



Dissertação

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica

***Sustentabilidade Energética de uma Unidade
Hoteleira de Alta Gama***

Carlos Dionísio Marques de Jesus

Leiria, março de 2015



Dissertação

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica

***Sustentabilidade Energética de uma Unidade Hoteleira
de Alta Gama***

Carlos Dionísio Marques de Jesus

Dissertação de Mestrado realizada sob a orientação do Doutor João Rafael da Costa Sanches Galvão, Professor da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria e coorientação da Doutora Rita Margarida Teixeira Ascenso Professora da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria.

Leiria, março de 2015

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Agradecimentos

Em primeiro quero deixar um agradecimento especial ao orientador Doutor João Rafael Galvão e à coorientadora Doutora Rita Ascenso, por todo o apoio demonstrado ao longo deste percurso.

A Cristina Silva, ao Eng.º Diogo *Tamen* e aos serviços técnicos de manutenção *Pestana Casino Park*, por toda a disponibilidade demonstrada ao longo das visitas técnicas.

Ao Eng.º Filipe Oliveira e a Eng.ª Gorete Soares da Agência Regional da Energia e Ambiente da Região Autónoma da Madeira (AREAM), pela ajuda prestada inicialmente e partilha de conhecimentos técnicos.

Ao Eng.º Francisco Távora, pela sua amizade e disponibilidade ao longo de todo o percurso académico.

Ao Eng.º Paulo Dinis da empresa *OSRAM* pelos plug-ins disponibilizados, ao Eng.º Sérgio Dinis da empresa *Caiado*, Nélcio Ribeiro da empresa *Alfilux* e ao Pedro Martins da empresa *COPRAX*, pelas sugestões para realização deste trabalho.

Aos meus colegas de trabalho da *GETA*, *CicloCompleto* e *Telecontrol*, pelo profissionalismo, opiniões e trocas de ideias.

À minha mãe, aos meus irmãos e ao meu falecido pai por levar a bom porto esta etapa da minha vida. Não esquecendo os meus amigos, que ao longo deste período me foram dando motivação em complemento da sua amizade.

À minha família, por todo o incentivo na realização desta etapa.

A todos, o meu muito obrigado.

Resumo

Portugal tem uma elevada dependência de combustíveis fósseis na produção de Energia e para cumprir as metas impostas pela atual política energética e ambiental, resultante das diretivas europeias e protocolo de Kyoto, que restringe as emissões para a atmosfera de gases de efeito de estufa (GEE), deve diversificar as suas fontes energéticas, tendo como base a energia renovável.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo propor um modelo energético que contribua para melhorar eficiência energética de uma unidade hoteleira, nas áreas da iluminação, produção de águas quentes sanitárias (AQS) e aquecimento, tendo como energia primária a biomassa e satisfazer parcialmente as necessidades de energia elétrica aproveitando a fonte endógena, como o Sol, por implementação de uma central fotovoltaica. O resultado pretende ser um novo modelo energético que eleve o grau de autonomia energética, que seja sustentável e economicamente viável, com potencial de implementação num hotel de alta gama.

Com este estudo e conceção do modelo de energia proposto, pretende-se dar um contributo para o aumento da utilização das fontes energéticas locais, diminuição das emissões de GEE e dinamização de atividades económicas regionais.

Também se pretende que este trabalho seja um contributo para a promoção do Plano 20/20/20 da União Europeia, do turismo ecológico, com a reconversão do sistema energético, do caso de estudo, para fontes primárias de energia renovável, com conseqüente captação de novos mercados e utentes, com preocupações ambientais.

Palavras-chave: Modelo Energético; Eficiência; Sustentabilidade; Energias Renováveis.

Abstract

Portugal has a high dependence on fossil fuels energy and to meet the targets set by the current energy and environmental policy, deriving from the European and Kyoto protocol directives, which restricts emissions of greenhouse gases (GHG), to the atmosphere needs to diversify its energy sources based on renewable energy.

In this context, this work aims to propose an energy model to help improve energy efficiency of a hotel, in the areas of lighting, production of hot water and heating with biomass as primary energy and partially satisfy the electricity needs using the sun as source, through a photovoltaic power plant implementation. This new energy model intends to raise the degree of energy self-sufficiency, promote a sustainable and economically viable, to be established in the high rate hotel.

With this study and the energy model design, it is intended to increase the use of local energy sources, reduce the GHG emissions and develop the regional economical activities.

It is also intended that this work contributes to promote the 20/20/20 EU plan, eco-tourism, with energy system conversion to renewable energy as primary source, in this case study, with consequent uptake of new markets and users, mainly those with environmental concerns.

Keywords: Energy Model; Efficiency; Sustainability; Renewable Energy.

Índice

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento	1
1.2	Objetivos	1
1.3	Organização da Dissertação.....	2
2	Conceitos de Estabelecimento Hoteleiro e Caracterização da Indústria de Hotelaria ...	3
2.1	Tipologia das Unidades Turísticas Portuguesas	3
2.2	Caracterização dos Grupos Hoteleiros Portugueses e Consumos Energéticos.....	4
2.3	Energia Consumida no Setor do Parque Hoteleiro Mundial de Turismo	6
2.4	Legislação Energética	7
3	Tecnologias para Eficiência Energética.....	9
3.1	Iluminação	9
3.1.1	Componentes Principais: Lâmpadas e Sensores.....	9
3.2	Outros Componentes para Eficiência Energética	12
3.2.1	Aquecimento e Arrefecimento.....	13
3.2.2	Ar condicionado e Ventilação	14
3.3	Energias Renováveis na Hotelaria	15
3.3.1	Energia Solar Fotovoltaica	15
3.3.2	Biomassa.....	16
3.4	Caracterização dos Níveis de Eficiência Energética.....	17
4	Caso de Estudo – Pestana Casino Park	19
4.1	Caracterização Geográfica e Descrição	19
4.2	Taxas de Ocupação	23
4.3	Diagnóstico de Consumos Energéticos.....	24
4.3.1	Consumos de Energia Elétrica.....	26
4.3.2	Consumos de Energia Térmica.....	27
4.3.3	Indicador de Eficiência Energética – IEE.....	28
4.4	Caracterização da Iluminação Instalada.....	29
4.4.1	Quarto Hóspedes	32
4.4.2	Suites	33

4.4.3	Salas de Reuniões / Conferências.....	35
4.4.4	Recepção e Restaurante Panorâmico.....	37
4.4.5	Escritório de Contabilidade.....	38
4.4.6	Corredores de Clientes.....	38
4.4.7	Análise Crítica aos Sistemas de Iluminação Instalados.....	39
5	Modelo Energético.....	41
5.1	Partes Principais do Modelo Energético.....	41
5.1.1	Iluminação e Metodologia.....	41
5.1.2	Quarto de Hóspedes.....	43
5.1.3	Suites.....	46
5.1.4	Salas de Reuniões / Conferência.....	52
5.1.5	Recepção e Restaurante Panorâmico.....	58
5.1.6	Escritório de Contabilidade.....	60
5.1.7	Corredor de Clientes.....	63
5.2	Produção de AQS e Aquecimento.....	64
5.2.1	Análise Económica das Caldeiras de Biomassa.....	66
5.2.2	Análise da Viabilidade Económica.....	69
5.3	Produção de Energia Elétrica.....	74
5.3.1	Análise Económica de Produção de Energia Elétrica.....	75
5.3.2	Estudo Económico da Central Produção Eletricidade.....	79
6	Conclusões e Perspetivas Futuras.....	83
6.1	Conclusão.....	83
6.2	Perspetiva de Desenvolvimento Futuro.....	84
7	Referências Bibliográficas.....	87
	Apêndices.....	91
	Apêndice A.....	91
	Apêndice B.....	93
	Anexos.....	95
	Anexo A.....	95
	Anexo B.....	97

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Taxa de ocupação por tipologia e meses, em 2013.....	4
Figura 2.2 - Desagregação dos consumos de energia, em um hotel de 4 ou mais estrelas.....	5
Figura 2.3 - Desagregação percentual de energia final nos hotéis, ano 2008.....	6
Figura 3.1 - Utilização eficiente de energia, nos empreendimentos turísticos - % adesão.	18
Figura 4.1 - Localização do hotel.	20
Figura 4.2 - <i>Pestana Casino Park</i>	20
Figura 4.3 - Temperatura do ar, normais climatológicas (Funchal, 1981 -2010.	22
Figura 4.4 - Taxa de ocupação de dormidas.	23
Figura 4.5 -(a) Consumos anuais energéticos [tep]; (b) Distribuição percentual dos consumos por fonte de energia em tep.....	25
Figura 4.6 - Distribuição do consumo de energia ativa total por mês [kWh/mês].	26
Figura 4.7 - Desagregação consumos e custos de energia por períodos horários [euros/ano].	26
Figura 4.8 - Distribuição dos custos de energia por mês [euros/mês].	27
Figura 4.9 - Distribuição do consumo médio de gás propano por mês [kg/mês].	27
Figura 4.10 - Distribuição dos custos médios de gás propano por mês [euros/mês], de 2013.	28
Figura 4.11 - Desagregação dos consumos de energia final, em kWh.	30
Figura 4.12 - Lâmpadas instaladas no hotel em função da tecnologia da lâmpada, em 2014.	31
Figura 5.1 - Modelo energético para o caso de estudo	41
Figura 5.2 - Perspetiva geral da iluminação artificial instalada do quarto de hóspede (153).	43
Figura 5.3 - Iluminação instalada, assegurada pelo sistema de iluminação artificial do quarto de hóspedes.	43
Figura 5.4 - Iluminância proposta, assegurada pelo sistema de iluminação artificial do quarto de hóspedes.	44
Figura 5.5 - Perspetiva geral da iluminação artificial instalada da suite 181:(a) sala; (b) quarto de dormir.	46
Figura 5.6 - Perspetiva geral da iluminação artificial instalada da suite 503: (a) quarto de dormir;(b)sala.	47
Figura 5.7 - Iluminância instalada da suite 181, do sistema de iluminação artificial.....	47

Figura 5.8 - Iluminância proposta para suite 181, assegurada pelo sistema de iluminação artificial.....	48
Figura 5.9 - Iluminância instalada para a suite 503, assegurada pelo sistema de iluminação artificial.....	49
Figura 5.10 - Iluminância, assegurada pelo sistema de iluminação artificial proposta para suite 503.	50
Figura 5.11 - Iluminância da <i>sala Cape Town</i> , assegurada pelo sistema de iluminação artificial instalado.....	52
Figura 5.12 - Novo design da <i>sala Cape Town</i> , assegurada pelo sistema de iluminação artificial proposto.	53
Figura 5.13 - Iluminância da <i>sala Cape Town</i> , assegurada pelo sistema de iluminação artificial: (a) instalado; (b) proposto.....	53
Figura 5.14 - Iluminância da <i>Sala Luanda</i> , assegurada pelo sistema de iluminação artificial instalado.....	54
Figura 5.15 - Iluminância da <i>sala Luanda e Rio de Janeiro</i> , assegurada pelo sistema de iluminação artificial: (a) instalado; (b) proposto.	54
Figura 5.16 - Iluminância da <i>sala Paris</i> , assegurada pelo sistema de iluminação artificial: (a) instalado; (b) proposto.....	55
Figura 5.17 - Iluminância da <i>sala Londres</i> , assegurada pelo sistema de iluminação artificial: (a) instalado;(b) proposto.....	55
Figura 5.18 - Iluminância da <i>sala Lisboa</i> , assegurada pelo sistema de iluminação artificial: (a)instalado; (b)proposto.....	56
Figura 5.19 - Iluminância da <i>recepção</i> , assegurada pelo sistema de iluminação artificial: (a)instalado; (b) proposto.....	58
Figura 5.20 - Iluminância do restaurante panorâmico, assegurada pelo sistema de iluminação artificial instalado.	59
Figura 5.21 - Iluminância do restaurante panorâmico, assegurada pelo sistema de iluminação artificial:.....	59
Figura 5.22 - Iluminância do escritório de contabilidade, assegurada pelo sistema de iluminação artificial instalado.	60

Figura 5.23 - Iluminância do escritório de contabilidade, assegurada pelo sistema de iluminação artificial:.....	61
Figura 5.24 - Iluminância do corredor dos clientes, assegurada pelo sistema de iluminação artificial:.....	63
Figura 5.25 - Modelo <i>Smart Cabin</i> 500kW.....	65
Figura 5.26 - Custos do kWh produzido em função do preço (estilha ou <i>pellets</i>): (a)preços biomassa [€/ton]; (b)custos anuais de exploração [€/ano].....	68
Figura 5.27 - Resultados dos PRI's para um custo de investimento de 315 €/kWh.....	69
Figura 5.28 - PRI's calculados para um tempo de vida útil do equipamento de 23 anos.....	70
Figura 5.29 - Evolução do VAL do investimento no sistema para um período de 20 anos.....	73
Figura 5.30 - Preço da biomassa de 210€/ton e evolução do VAL do investimento do sistema...73	
Figura 5.31 - Variáveis do tipo de irradiação solar e temperatura.	74
Figura 5.32 – Modelação 3D da UPAC.....	76
Figura 5.33 - Dia 20 de junho.....	76
Figura 5.34 - Dia 21 de dezembro.	77
Figura 5.35 – Consumo de energia no período diário: (a) kWh/ano; (b) €/ano.	77
Figura 5.36 - Produção de energia elétrica no período diário: (a)kWh/ano: (b) €/ano.....	78
Figura 5.37 - Redução da potência contratada horas de ponta [kWh/mês].	78
Figura 5.38 - Evolução do VAL do investimento da UPAC, até 20 anos, com taxa de 2%.	81
Figura A.1 – Exemplo de uma etiqueta energética da UE	95

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 - Estabelecimentos hoteleiros, aldeamento e apartamentos turísticos, em 2013 (Turismo de Portugal).....	4
Tabela 3.1 - Temperaturas recomendadas de acordo com a ocupação.....	13
Tabela 3.2 - Recomendações sobre renovação de ar em hotéis de acordo com uma amostra de número de pessoas por áreas.	15
Tabela 4.1 - Consumo das fontes primárias das energias: eletricidade e gás.....	24
Tabela 4.2 - Salas de reunião / conferência.....	35
Tabela 4.3 – Avaliação quantitativa dos valores pontuais medidos e simulados de iluminância .	40
Tabela 5.1 - Verificação dos níveis de iluminação para os quartos de hóspedes.	45
Tabela 5.2 - Requisitos da densidade de potência para os quartos de hóspedes.	45
Tabela 5.3 - Viabilidade económica da solução proposta para os quartos de hóspedes.....	46
Tabela 5.4 - Verificação dos níveis de iluminação para as suites.	51
Tabela 5.5 - Requisitos de densidade de iluminação para as suites.	51
Tabela 5.6 - Viabilidade económica da solução proposta para as suites.....	52
Tabela 5.7 - Verificação dos níveis de iluminação das salas de reunião/conferência.	56
Tabela 5.8 - Requisitos de densidade de iluminação para as salas de reunião/conferência.	57
Tabela 5.9 - Proposta de melhoria para as salas de reunião/conferência.	57
Tabela 5.10 - Verificação dos níveis de iluminação para receção.....	58
Tabela 5.11 - Requisitos de densidade de iluminação para receção.....	58
Tabela 5.12 - Proposta de melhoria para receção.....	59
Tabela 5.13 - Viabilidade económica da solução para o restaurante panorâmico.....	60
Tabela 5.14 - Verificação dos níveis de iluminação para escritório de contabilidade.	62
Tabela 5.15 - Requisitos da densidade de potência para escritório de contabilidade.....	62
Tabela 5.16- Viabilidade económica da solução proposta para o escritório de contabilidade.	62
Tabela 5.17 - Verificação dos níveis de iluminação para o corredor dos clientes.	63
Tabela 5.18 - Requisitos da densidade de potência para o corredor dos clientes.....	64
Tabela 5.19 - Viabilidade económica da proposta para os corredores dos clientes.	64
Tabela 5.20 - Dados de simulação do sistema de caldeiras a biomassa.	66
Tabela 5.21 - Custos e quantidades biomassa (estilha ou <i>pellets</i>).....	67

Tabela 5.22 - Variáveis do PRI.	68
Tabela 5.23 - Síntese de resultados da simulação do VAL e tipos de <i>cash flows</i>	71
Tabela 5.24 - Cálculo do VAL e da TIR do investimento e tipos de <i>cash flows</i>	72
Tabela 5.25 - Poupanças energéticas dos períodos, ao longo do tempo de vida útil.....	79
Tabela 5.26 - Cálculo do VAL e da TIR do investimento e tipos de <i>cash flows</i>	80
Tabela A.1 - Consumo anual de eletricidade e de gás propano entre 1 janeiro 2013 e 31 de dezembro 2013	93
Tabela A.2 - Ciclo horário diário.....	97

Chave de Abreviaturas

ADENE - Agência para Energia

AQS - Águas Quentes Sanitárias

AREAM - Agência Regional de Energia e Ambiente da Região Autônoma da Madeira

AVAC - Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado

CHP - Combined Heating and Power

CO₂ - Dióxido de Carbono

D - Lâmpadas de descarga

DL - Decreto de Lei

DPI - Densidade de Potência Instalada

EEM - Empresa Eletricidade Madeira

ERSE - Entidade Reguladora dos Serviços de Energéticos

FCI - Lâmpadas fluorescentes compactas integradas

FCNI - Lâmpadas fluorescentes compacta não integradas

FT5 - Lâmpadas fluorescentes tubulares T8

FT8 - Lâmpadas fluorescentes tubulares T8

FTLD - Lâmpadas fluorescentes tubulares TLD

GEE - Gases Efeito de estufa

H – Halogéneo

HE - High Efficiency

HO - High Outputlight

IEA - Internacional Energy Agency

IEE - Indicador de Eficiência Energética

IM - Lâmpadas de Iodetos Metálicos

INC - Lâmpadas Incandescentes

INE - Instituto Nacional de Estatística

IoT - *Internet of Things* .

IRC - Índice de Restituição Cromática

LEDs - (Light-emitting diode)

LFC - Lâmpada Fluorescente Compacta

MT - Média Tensão
PCI - Poder Calorífico Inferior
PRE - Plano de Racionalização Energética
PRI - Período de Rentabilidade de Investimento
RCCTE - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
RECS - Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios de Comércio e Serviços
REH - Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios de Habitação
RESP - Rede Elétrica de Serviços Públicos
RSECE - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios
SCE - Sistema Certificação Energética
SEN - Serviço Energético Nacional
SGCIE – Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia
SGE - Sistemas de Gestão de Energia
SON - Lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão
ton- Tonelada
Tc - Temperatura Cromática
tep - Tonelada Equivalente de Petróleo
TIR - Taxa Interna Rentabilidade
TP - Turismo de Portugal
UE - União Europeia
UPAC - Unidade Produção Autoconsumo
VAL - Valor Atual Líquido

1 Introdução

Neste primeiro capítulo são apresentados o enquadramento e os objetivos que conduziram à conceção desta dissertação, assim como a sua organização.

1.1 Enquadramento

A Diretiva Europeia n.º 2012/27/EU que inclui uma estratégia para a promoção e incremento da eficiência energética e das energias renováveis, assenta em três dimensões fundamentais: na segurança do abastecimento de energia, sustentabilidade económica e ambiental, por forma a maximizar os benefícios energéticos.

Em Portugal cerca de 3/4 da energia final é consumida nos edifícios de habitação e aproximadamente 1/4 da energia elétrica é consumida nos edifícios de comércio e serviços. Neste sentido, o nível de dióxido de carbono (CO₂) correspondente ao consumo de energia dos edifícios de comércio e serviços representa aproximadamente 1/4 do total emitido em Portugal (DGEG, 2014).

Uma larga percentagem da energia consumida em Portugal tem origem nos combustíveis fósseis, logo existe necessidade de se criarem soluções, para redução dos consumos e ainda diminuir o impacto ambiental e económico. O plano 20/20/20 (UE, 2014) pretende reduzir em 20% das emissões de gases de efeito de estufa (GEE) até 2020 e atingir níveis de 20% da produção de energia, com base em fontes energias renováveis, assim como um aumento de 20% na eficiência energética. Nesta perspetiva a Região Autónoma da Madeira tem seguido uma política de desenvolvimento baseada em várias ações como o primeiro plano de eficiência energética aprovado em 1989, com atualizações em 1992 e 2002. Deste plano estratégico surge como valorização dos recursos endógenos e promoção da eficiência energética (AREAM, 2012).

Neste contexto resulta o presente trabalho onde são estudadas ações para a sustentabilidade energética num edifício de comércio e serviços – unidade hoteleira.

1.2 Objetivos

Esta dissertação tem como objetivo principal, propor um modelo energético que promova o aumento da eficiência energética neste tipo de edifício e em particular nos setores de maior

consumo energético, nomeadamente a iluminação, produção de águas quentes sanitárias (AQS) e aquecimento, bem como na produção de energia elétrica. A realização destes desideratos passa pela caracterização de uma unidade hoteleira de alta gama, que serve como caso de estudo e onde são analisados os consumos energéticos, o indicador de eficiência energética real obtido pelas faturas (IEE real-faturas) conforme o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE), suportado por um novo modelo energético e num contexto de sustentabilidade, para produção de (AQS) e energia elétrica, tendo como fontes primárias de energia dois tipos de energia renovável: biomassa e solar.

1.3 Organização da Dissertação

A Dissertação tem como primeiro capítulo a introdução, onde se expõem genericamente o enquadramento e os objetivos.

No capítulo 2 é apresentada uma caracterização da indústria hoteleira, realçando a importância do parque hoteleiro português, a sua tipologia e respetivas taxas de ocupação, alguns dados dos consumos energéticos portugueses e mundiais deste setor e por fim é efetuado o enquadramento legislativo da área energética.

No capítulo 3 é efetuado um levantamento das tecnologias de eficiência energética, identificando-se potenciais medidas de implementação nas unidades hoteleiras, respetivamente na área da iluminação, da produção de AQS e aquecimento, e produção de energia elétrica.

No capítulo 4 são caracterizados os consumos energéticos: térmico e elétrico do caso de estudo, em particular a eletricidade e o gás propano. Esta análise de consumos é realizada num contexto de auditoria, tendo como dados os consumos referentes aos anos 2011 a 2013. Para melhor conhecimento dos consumos existentes na área da iluminação e seus custos associados, realizou-se uma inventariação do sistema de iluminação instalada.

No capítulo 5 apresenta-se o modelo energético e propostas de ações para eficiência energética nas partes da iluminação, produção de AQS e aquecimento, assim como para a produção de eletricidade e estudo da sua viabilidade económica, num contexto de sustentabilidade e eficiência energética no caso de estudo (hotel de alta gama).

No capítulo 6 expõem-se as conclusões deste trabalho e referem-se as perspetivas de futuro.

Por fim são apresentadas as referências bibliográficas, os apêndices e anexos.

2 Conceitos de Estabelecimento Hoteleiro e Caracterização da Indústria de Hotelaria

Nos termos do Decreto Regulamentar n.º 36/97, de 25 de setembro, designam-se por estabelecimentos hoteleiros, os empreendimentos turísticos destinados a proporcionar, mediante remuneração e explorados com intuito lucrativo, alojamento temporário e outros serviços acessórios de apoio, com o fornecimento de refeições, podendo os mesmos ser classificados nos seguintes grupos: hotéis; hotéis-apartamentos; pensões; estalagens; motéis e pousadas (ME, 1997).

No presente capítulo apresenta-se uma caracterização dos dados energéticos do sector hoteleiro português, representado o consumo de energia nos edifícios de comércio e serviços, cerca de 23% do consumo total de energia final do país (DGEG, 2014).

2.1 Tipologia das Unidades Turísticas Portuguesas

Dados do Instituto Nacional Estatística (INE) referem que em Portugal Continental e Ilhas existem cerca de 90 unidades hoteleiras de 5 estrelas, 327 unidades de 4 estrelas, 338 unidades de 3 estrelas e 284 de 2/1 estrela. Tendo em consideração outros estabelecimentos turísticos como hotéis-apartamentos, pousadas, aldeamentos turísticos, apartamentos turísticos, motéis e estalagens. Resumindo, perfaz um total de cerca de 987 unidades, números que ilustram a dimensão do parque hoteleiro português, Tabela 2.1.

De acordo com os dados facultados pelo Turismo de Portugal (TP), em 2013, a taxa de ocupação foi de 55,9% para as unidades hoteleiras de 5 estrelas, 55,7% para as unidades de 4 estrelas, 46,6% para as unidades de 3 estrelas, 45,2% para unidades de 2 estrelas, 64,2% para hotéis-apartamentos, 44,1% para pousadas e 24,2% para outros (excluindo apenas as pensões). Perfazendo um total de ocupação, na ordem dos 53,1%. O mês que apresenta uma maior taxa de ocupação é o mês de agosto, em contrapartida, o mês de janeiro é o que apresenta uma taxa de ocupação menor. Desde 2001, a capacidade de alojamento cresceu cerca de 12,1% e o número de dormidas teve um aumento de cerca de 23,7%, Figura 2.1.

Tabela 2.1 - Estabelecimentos hoteleiros, aldeamento e apartamentos turísticos, em 2013 (Turismo de Portugal).

Grupo	Norte	Centro	Lisboa	Alentejo	Algarve	Açores	Madeira
5 estrelas	14	5	33	4	19	1	14
4 estrelas	71	52	80	18	47	23	36
3 estrelas	78	112	52	34	34	14	14
2 e 1 estrela	93	91	42	25	20	9	4
Hotéis Apart.	7	8	14	8	73	3	34
Pousadas	8	8	4	9	3	2	1
Aldeamentos	1	2	4	2	34	0	1
Apartamentos	13	8	5	8	139	12	10
Outros	170	133	94	43	61	16	49

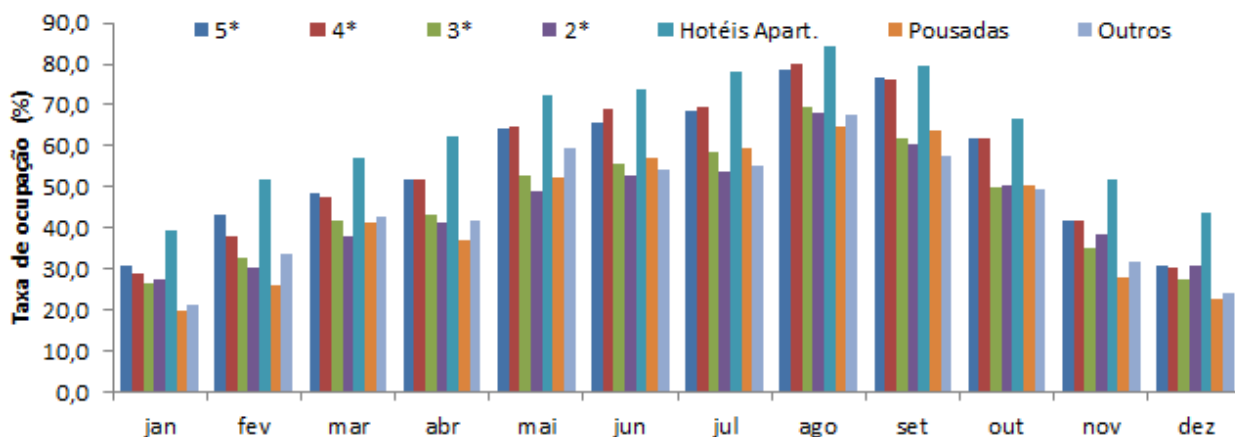


Figura 2.1 - Taxa de ocupação por tipologia e meses, em 2013.

2.2 Caracterização dos Grupos Hoteleiros Portugueses e Consumos Energéticos

Existem quatro principais grupos hoteleiros portugueses a atuar no país e a liderar o *ranking* com mais unidades de alojamento, um deles é o grupo *Pestana Hotels & Resorts/Pestana Pousadas*, com cerca de 92 unidades, sendo 47 unidades hoteleiras e 45 Pousadas (a maior cadeia de origem portuguesa), distribuída por 10 países (Portugal, Inglaterra, Alemanha, Brasil, Argentina, Venezuela, Moçambique, África do Sul, Cabo Verde e São Tomé e Príncipe). A cadeia possui em Portugal 23 unidades hoteleiras e 44 Pousadas (TP, 2012).

O segundo maior grupo hoteleiro em Portugal, é o grupo *Vila Galé*, contando com cerca de 23 unidades, e está presente em 2 países (Portugal e Brasil), possuindo em Portugal 17 unidades hoteleiras, e 6 no Brasil.

O terceiro maior grupo, *VIP Hotels*, está presente em 3 países e dispõe de 19 unidades hoteleiras, sendo 14 em Portugal Continental, 1 nos Açores, 1 em Angola e 3 em Moçambique.

O quarto maior grupo, o *Grupo Continental Hotels Espanha – Portugal*, dispõe de 25 unidades hoteleiras, sendo 11 unidades em Portugal e 14 em Espanha.

O sector hoteleiro é uma das principais áreas da economia portuguesa, tendo custos energéticos relevantes nos custos globais de exploração das unidades hoteleiras, logo a implementação de ações de eficiência energética são de elevada importância neste setor de comércio e serviços (Ferreira, 2009).

A *Agência para a Energia (ADENE)* efetuou um estudo com a finalidade de analisar a desagregação por utilizador, de consumo de energia, de acordo como o Decreto-Lei n.º 79/2006 (DL 79, 2006) onde, o consumo de energia final de um hotel de 4 ou mais estrelas, com uma área de pavimento de 35 225 m² em grandes edifícios de serviço, aproxima-se dos 5,2 MWh/ano, sendo a desagregação dos consumo de energia de um hotel de (4 ou 5*), Figura 2.2. A componente com consumo relativo mais elevado corresponde à iluminação com 62%, seguido de 32% associado ao arrefecimento, 5% para o aquecimento e 1% para as águas quentes sanitárias (AQS).

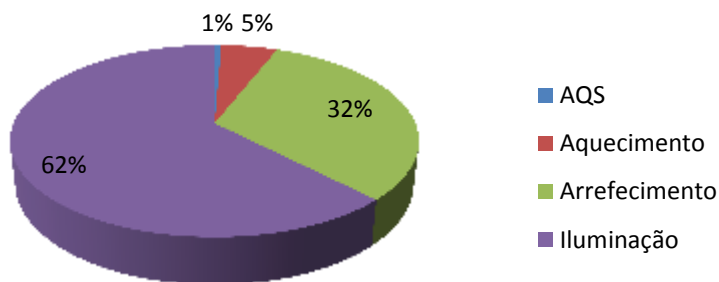


Figura 2.2 - Desagregação dos consumos de energia, em um hotel de 4 ou mais estrelas.

2.3 Energia Consumida no Setor do Parque Hoteleiro Mundial de Turismo

A Europa tem o maior parque hoteleiro do mundo, com cerca de 5,45 milhões de quartos de hotel (quase metade da totalidade mundial) (HES, 2011 b).

Os hotéis, edifícios de comércio e serviços estão entre os maiores consumidores de energia e, conseqüentemente, são emissores de gases de efeito de estufa (GEE), representando 21% do CO₂ (dióxido de carbono) emitido. Um hotel em média emite entre 160-200kg de CO₂/m² anualmente. Ao reduzirem-se as emissões de CO₂, os hotéis passam a ter uma contribuição positiva para o meio ambiente e, simultaneamente, reduzem os seus custos energéticos (HES, 2011 a).

O Plano de Ação da União Europeia (UE) para a Energia identifica o setor terciário, incluindo hotéis, com potencial de 30% de redução do consumo de energia em 2020, sendo 27% em reduções domésticas, 26% em transportes e 25 % na indústria. Existem grandes oportunidades no setor hoteleiro para se economizar nos consumos e custos energéticos, aproveitando o potencial da eficiência energética e das energias renováveis. Cerca de 40% da energia consumida pelos hotéis é energia elétrica e 60% destes consumos tem origem em combustíveis fósseis (gás natural e petróleo). Três quartos desta energia são utilizados para a iluminação, aquecimento e arrefecimento, produção de água quente, ar condicionado e ventilação (HES, 2011 b).

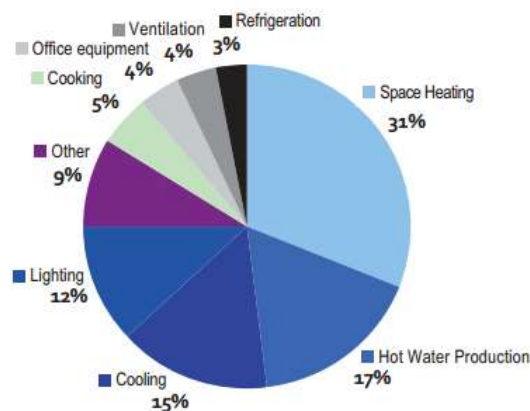


Figura 2.3 - Desagregação percentual de energia final nos hotéis, ano 2008 (HES, 2011 b)

Os hotéis da UE têm um grande potencial para utilização das energias renováveis, porque o aumento da eficiência energética nesta área passa pela utilização desta tipologia de energia.

O consumo de energia final na hotelaria da UE é representado na Figura 2.3, onde a refrigeração apresenta um consumo de 3%, a ventilação de 4%, os equipamentos no escritório de 4%, a cozinha 5%, a iluminação 12%, o arrefecimento 15%, as AQS 17%, o aquecimento 31% e 9% para outros não detalhados.

2.4 Legislação Energética

No âmbito da Diretiva 2010/31/UE, que sucedeu à Diretiva 2002/91/CE, relativa ao desempenho energético dos edifícios, recomenda-se aos Estados-Membros da UE a definição das normas mínimas de desempenho energético para edifícios novos e remodelados.

Neste contexto os estados membros publicaram legislação para os sistemas certificação Energética dos Edifícios (SCE), o Decreto-Lei n.º 118/2013 (Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação - REH) e (Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviço - RECS) que sucedeu aos Decreto-Lei n.º 78/2006 (Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior dos Edifícios - SCE), Decreto-Lei n.º 79/2006 (Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios - RSECE) e Decreto-Lei n.º 80/2006 (Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios - RCCTE). O Decreto-Lei n.º 118/2013, corresponde na prática, à transposição para direito nacional da referida diretiva.

De acordo com a Portaria n.º 349-D/2013 do anexo 1 (DL 118, 2013), os sistemas de iluminação devem cumprir os requisitos de conceção para intervenções (RECS). Os requisitos para os sistemas de iluminação a instalar em edifícios de comércio e serviços devem cumprir os requisitos gerais e específicos para os parâmetros de iluminação de acordo com as normas europeias EN 12464-1 e EN 15193, bem como requisitos para a densidade de potência e requisitos de controlo, de regulação de fluxo, de monitorização e de gestão.

A escolha das soluções de controlo, monitorização e regulação para qualquer edifício de comércio e serviços tem de ser feita em função das exigências operacionais das instalações e do aumento de eficiência energética, sendo no mínimo obrigatória a adoção das funções do presente

regulamento tanto em situações de edifícios novos e como edifícios sujeitos a grande intervenção (DL 118, 2013).

A escolha base deverá passar pela utilização de equipamentos individuais de funcionamento autónomo para funções básicas de controlo, como a deteção de presença e/ou interação da luz natural, e evoluir progressivamente para a integração em rede, tornando possível a gestão centralizada da instalação. Assim, procurando o nível máximo de eficiência energética e funcionalidade operacional da instalação e permitindo a integração com outros sistemas energéticos e com um sistema global de gestão do edifício (DL 118, 2013).

No capítulo seguinte faz-se um levantamento das tecnologias que conduzem a uma maior eficiência energética no setor de iluminação. Ainda será abordado alguns componentes para eficiência energética, bem como as tecnologias para produção de AQS e energia elétrica, e a caracterização dos níveis de eficiência energética.

3 Tecnologias para Eficiência Energética

Neste capítulo são apresentadas as tecnologias que conduziram a uma maior eficiência energética, nas áreas da iluminação, energia térmica e elétrica, por recurso a fontes renováveis: biomassa e solar.

3.1 Iluminação

A iluminação é uma das áreas de maior consumo de energia elétrica nos hotéis, podendo variar a iluminação de 7% a 62% do consumo total de energia elétrica. Assim, torna-se indispensável a instalação de equipamentos que permitam reduzir os consumos de energia, sem deixar de proporcionar níveis de iluminação que mantenham um bom desempenho no interior dos edifícios e permitindo a redução dos custos de manutenção (HES, 2011 a).

As tecnologias de iluminação mais eficientes não apenas ajudam a reduzir os consumos de energia como consequentemente a potência contratada. A fatura da eletricidade inclui, para além da energia ativa (kWh), uma tarifa fixa mensal que depende da potência contratada.

As necessidades energéticas para o arrefecimento no Verão de um modo geral são maiores, também acrescidas devido à carga térmica associada à iluminação efetiva as lâmpadas de menor eficiência (expressa em lm/W). Os sistemas de controlo permitem que a iluminação seja sempre a apropriada, otimizando o nível de iluminação necessário à presença de hóspedes, reduzindo o consumo energético.

A eficiência energética dos sistemas de iluminação é determinada a partir da escolha adequada de lâmpadas (incluindo, acessórios), e o seu controlo deverá atender os níveis necessários de iluminação e cumprir os requisitos gerais e específicos para os parâmetros de iluminação, de acordo com as normas europeias EN 12464-1 e EN 15193:2007.

3.1.1 Componentes Principais: Lâmpadas e Sensores

Existem lâmpadas de diferentes tipologias, umas servindo para fins de iluminação e outras para aplicações especiais, como por exemplo aquecimento, decoração, sinalização. As lâmpadas fluorescentes apresentam um elevado rendimento luminoso e um tempo vida útil longo, que são

as suas principais características, portanto, tem duração de 10 a 15 vezes superior à das lâmpadas incandescentes convencionais, e consomem cerca de 15% da energia consumida pelas incandescentes convencionais.

As lâmpadas fluorescentes tubulares e as lâmpadas de descarga de mercúrio de baixa pressão, são as lâmpadas mais indicadas para soluções de iluminação económicas, mas nem sempre oferecem uma escolha esteticamente adequada e agradável. Para determinadas áreas de um hotel onde o ambiente deve proporcionar uma atmosfera confortável, as lâmpadas fluorescentes tubulares não revelam ser a melhor opção.

As Lâmpadas Fluorescentes Compactas (LFC) são reconhecidos pelos seu baixo consumo de energia e apresentam imensas vantagens face às lâmpadas incandescentes (forma construtiva compacta e manuseamento simples), proporcionando poupanças de energia significativas, para além de terem uma vida útil superior e os modelos equipados com balastro eletrónicos integrados proporcionam arranques rápidos, seguros e sem cintilações (HES, 2011 a).

Nos espaços interiores, utilizam-se preferencialmente lâmpadas florescentes tubulares, fluorescentes compactas, *LEDs (Light-emitting diode)* e lâmpadas de iodetos metálicos de alta eficiência, enquanto que, nos espaços exteriores, e de acordo com as luminárias e os espaços a iluminar, utilizam-se preferencialmente lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão, iodetos metálicos de alta eficiência, fluorescentes compactas e *LEDs*.

Os *LEDs* apresentam um grande potencial de poupança de energia à escala global no mercado, consomem menos energia, entre 6 a 10 vezes menos face as lâmpadas incandescentes, tendo imensas aplicações, incluindo “*downlights*”, projetores e iluminação decorativa, e possuem uma longa vida útil, superior as 50.000 horas de funcionamento. Ao longo da vida necessitam de menos substituições, são isentos de mercúrio, ambientalmente prejudicial, e também apresentam uma baixa emissão de calor, contribuindo deste modo, para uma diminuição dos consumos para arrefecimento, o que também aumenta a poupança energética (HES, 2011 a).

A substituição das lâmpadas quando atingem o limite de vida útil, constitui uma medida económica, pois o custo de energia desperdiçada pela redução do fluxo emitido pode ser superior ao custo de substituição antecipada (HES, 2011 a).

Deve referir-se ainda a importância da escolha das lâmpadas com base na rotulagem energética aplicada ao caso específico das lâmpadas, cujos rótulos incluem, entre outra informação

relevante, a respetiva classe de eficiência energética (classe A, mais eficiente, até à classe G, a menos eficiente), anexo A.

Salienta-se, ainda, que os reguladores de fluxo luminoso não podem ser utilizados em lâmpadas fluorescentes compactas integradas com balastro normal, pois estas possuem um balastro incorporado, o qual não permite a regulação pretendida.

Um outro sistema atualmente muito utilizado para o controlo de iluminação, o que também permite a redução dos consumos energéticos na iluminação, são os detetores de presença, reduzindo o tempo de funcionamento ao estritamente necessário. Os sensores de presença só funcionam bem se forem devidamente dimensionados, com um adequado posicionamento de modo a atuarem sempre que necessário. As lâmpadas a utilizar, devem ser halogéneas ou *LEDs*, portanto, se forem lâmpadas fluorescentes tubulares ou compactas integradas, apesar de serem mais económicas, os custos em lâmpadas podem ser superiores, devido a este tipo de lâmpadas ter um tempo de vida útil baixo, quando se submetem a condições de ligar/desligar com frequência. A utilização de relógios temporizadores ou sensores crepusculares (célula fotoelétrica) instalados em iluminação exterior permite que a mesma seja apenas ligada quando haja necessidade, evitando-se, assim, consumos de energia elétrica em horas de boa iluminação natural.

É, portanto, recomendado fazer o maior uso possível de sistemas de controlo automáticos e controlar a taxa de ocupação/utilização.

O controlo de iluminação também pode ser integrado no Sistema de Gestão Energia de Edifícios de um hotel (se estiver instalado), e nesse caso, recomenda-se a adoção do controlo de iluminação para otimizar o consumo de energia elétrica (HES, 2011 a).

Os critérios a serem considerados na escolha adequada de lâmpadas eficientes, consistem na escolha de um equipamento que se adapte às necessidades dos espaços a iluminar, tais como, os níveis de iluminação (e a necessidade da sua regulação consoante a utilização do espaço), temperatura cromática (T_c), o índice restituição cromática (IRC) pretendidos e os níveis máximos de encandeamento recomendados pelas normas da especialidade (Távora, 2009).

Em unidades hoteleiras mais antigas, a melhor ocasião para a instalação de um sistema cartão-chave deverá ocorrer simultaneamente com a remodelação dos circuitos elétricos dos quartos, no qual, deverá proceder-se se necessário, à instalação das respetivas potências elétricas individuais.

É de todo, recomendável, a escolha de produtos com certificação energética, portanto, em alguns países, existem certificações de produtos que indicam qualidade e poupança de energia, como o caso do selo “*Energy*” na Europa (conforme definido pela Comissão Diretiva 98/11/CE), e a aproximação de produtos com este rótulo (por exemplo, lâmpadas com classe A e com selo “*Energy*” UE) é uma garantia de confiança para o consumidor. Assim, o investimento em equipamentos de alta eficiência compensa, tendo-se ainda em consideração, ao mudar de um sistema convencional para um sistema de maior eficiência, a certificação prévia de que as lâmpadas pretendidas são adequadas aos dispositivos de iluminação e luminárias já instalados.

A utilização, nas portas dos estabelecimentos hoteleiros, do sistema cartão-chave, permite desligar (os quadros elétricos individuais dos respectivos quartos), à saída dos seus ocupantes, dos circuitos elétricos abastecidos de todos os equipamentos elétricos “desnecessários” nessa ausência (iluminação, equipamentos de climatização, e todas as tomadas de uso gerais e específicas). Todavia mantendo, por razões óbvias, o funcionamento de unidades frigoríficas de pequenas dimensões (designados, habitualmente, por “*Frigobar*”), caso existam, e esse procedimento – utilização de cartão-chave contribuirá, evidentemente, para a não ocorrência de consumos elétricos desnecessários, resultando, naturalmente, poupanças energéticas.

O controlo automático de energia elétrica consumida em quartos de acordo com a ocupação pode também ser integrado no Sistema de Gestão Técnica de Energia do hotel (se estiver instalado). Neste caso, o controlo da eletricidade é normalmente associado com o controlo de climatização ambiente dos quartos, onde por vezes, para maiores poupanças de energia elétrica consumida, procede-se através de telecomandos adequados, ao desligar equipamentos de climatização entre as 04H00 e 07H00 (por exemplo) quando, normalmente, a climatização se revela menos necessária, beneficiando, de certo modo, da inércia térmica da situação anterior em que os equipamentos de climatização tenham estado em funcionamento.

3.2 Outros Componentes para Eficiência Energética

Um hotel é um edifício projetado para “fornecer” repouso e conforto. A energia, sob diferentes formas, é utilizada nos diferentes espaços e serviços do hotel ajudando a criar uma atmosfera de conforto. Contudo, não é verdadeiro afirmar-se que quanto mais energia se gastar, mais

confortável será o hotel. A eficiência energética é ótima quando existe uma relação adequada entre o conforto dos diferentes espaços e a energia consumida.

Neste subcapítulo, são identificadas algumas medidas de eficiência energética com grande potencial de implementação, nos diversos departamentos e serviços do hotel.

3.2.1 Aquecimento e Arrefecimento

A climatização dos espaços é uma das parcelas significativas na energia consumida, incluindo o aquecimento, o arrefecimento e a ventilação que permite adequar as temperaturas às consideradas de conforto, conforme a Tabela 3.1. A climatização de espaços representa em muitos hotéis quase metade do consumo total de energia.

Um dos princípios fundamentais da eficiência energética é adequar os sistemas de controlo de climatização às necessidades reais dos locais a aquecer e arrefecer. Em hotéis de média/grande área de ocupação os sistemas de climatização deverão ser dimensionados e concebidos para operarem de modo eficiente.

Tabela 3.1 - Temperaturas recomendadas de acordo com a ocupação (adaptado de HES, 2011 a).

Regime de aquecimento/arrefecimento	Temperatura	Utilização
Aquecimento normal	20-22 °C	Espaços ocupados
Aquecimento reduzido	16-18 °C	Desocupado por pequeno período de tempo
Aquecimento de espera	12-14 °C	Desocupado por um longo período de tempo
Arrefecimento normal	25-26 °C	Espaços ocupados
Arrefecimento reduzido	27-29 °C	Desocupado por pequeno período de tempo
Arrefecimento de espera	30-32 °C	Desocupado por um longo período de tempo

A eficiência energética deve ser considerada um critério no projeto de hotéis, o uso de equipamentos com alta eficiência, requer uma potência mais baixa para o aquecimento e arrefecimento, para tal devem ser realizadas medições ao nível da temperatura ou ao nível dos caudais dos fluidos térmicos, em função das cargas existentes. Assim como a caracterização das condições ambientais, onde se encontra a unidade hoteleira (HES, 2011 a).

Um dos fatores mais importantes relativamente aos consumos de energia, é o período de ocupação durante o qual estão em utilização as diferentes áreas de um hotel (quartos, suites, salas de reuniões, etc).

Sistemas de controlo de temperatura devem ser usados para permitir uma minimização de consumo, quando os espaços estão desocupados, mantendo os espaços num nível de aquecimento de espera, restabelecendo o conforto mais rápido possível, quando necessário. Este sistema de controlo pode reduzir o consumo de energia cerca de 20 a 30% (HES, 2011 a).

Uma boa gestão e protocolos de correta manutenção do edifício e dos seus equipamentos, permite uma maior eficiência global.

O controlo automático pode ser feito através de um sistema de regulação independente, em cada espaço ou através de um sistema central, o qual, pode ser integrado no Sistema de Gestão Técnica de Energia do hotel.

No caso do arrefecimento, o uso de sistemas *free-cooling* sempre que as condições exteriores sejam favoráveis, permite grandes poupanças de energia, como também a utilização de bancos de gelo para armazenamento de frio, de forma a otimizar as condições de funcionamento do *chiller* e o tarifário de energia elétrica (AREAM, 2013).

3.2.2 Ar condicionado e Ventilação

O aumento das necessidades do conforto térmico faz dos sistemas de ar condicionado um pré-requisito determinante nas unidades hoteleiras das regiões Mediterrâneas. O consumo de energia elétrica associado ao ar condicionado, pode representar entre os 25% e os 45% do consumo do hotel. O ar condicionado e a ventilação varia conforme a ocupação das diversas áreas do hotel, como também o nível de conforto exigido, Tabela 3.2. A potência dos equipamentos varia ainda de acordo com a iluminação decorativa, as perdas de calor, os ganhos solares. O aquecimento, ventilação e ar condicionado são instalações que têm de ser projetados para responder às diferentes necessidades. Os sistemas de ventilação são usados para manter a qualidade do ar ideal em diferentes áreas. Uma ventilação inadequada pode reduzir significativamente os níveis de conforto, e provocar um consumo excessivo de energia. Uma melhoria na gestão da ventilação pode, aumentar a eficiência energética de forma significativa. O controlo do ar condicionado quando os espaços estão desocupados, permite poupanças energéticas de energia na ordem dos 30% (HES, 2011 b).

Tabela 3.2 - Recomendações sobre renovação de ar em hotéis de acordo com uma amostra de número de pessoas por áreas, (adaptado de HES, 2011 a).

Hotel e Motel	Pessoas previstas em 100m ²	Ventilação dos fluxos de ar (m ³ /hora por pessoa)	
		Mínimo	Recomendado
Quartos (individual/duplo)	5	12	17-26
Casas de banho		34	51-85
Corredor	5	9	12-17
Áreas públicas	32	12	17-26
Pequenas salas de reunião	75	26	34-43
Grandes salas de reunião	150	26	34-43
Casas de banho públicas	107	26	34-43
Restaurantes			
Sala de jantar	75	17	26-34
Cozinha	21	51	60
Café, Snack-bar	107	52	60
Bar	160	51	68-85

A manutenção dos sistemas de ar condicionado deve ser efetuada com regularidade e, de acordo com especificações dos fabricantes, de forma a, assegurar a eficiência, aumentar o tempo de vida dos equipamentos e diminuir os custos no ciclo de vida.

3.3 Energias Renováveis na Hotelaria

Neste subcapítulo são apresentadas as tecnologias para produção de energia elétrica e produção de águas quentes sanitárias. Apesar de existir uma tipologia variada destes sistemas baseados em energias renováveis, só serão abordadas as fontes de energias da biomassa e solar, porque serão que darão suporte ao modelo energético.

3.3.1 Energia Solar Fotovoltaica

A tecnologia fotovoltaica consiste na geração de energia elétrica a partir da radiação solar, quer seja radiação direta ou difusa. Para o efeito são usados módulos compostos por semicondutores,

sendo os de silício os mais comuns uma vez que é um componente bastante abundante na natureza. Contudo, o custo da sua purificação é bastante elevado e acarreta elevados gastos de energia (PER, 2004).

Nos dias de hoje, os painéis fotovoltaicos são uma aposta economicamente viável em locais isolados da rede elétrica e existe um interesse crescente a nível mundial, no desenvolvimento e implementação de sistemas ligados à rede. A colocação e integração de painéis fotovoltaicos em edifícios, quer sobre a cobertura, quer como elementos arquitetónicos, possibilita baixar os custos da energia consumida, uma vez que os painéis podem passar a substituir a cobertura ou outros elementos dos edifícios. Atualmente, a indústria de produção de células fotovoltaicas é dominada por grandes companhias internacionais, incluindo companhias de serviços e petrolíferas, existindo programas a nível nacional e internacional para desenvolver e promover a tecnologia fotovoltaica. A médio e longo prazo, as possibilidades para a geração de energia em larga escala, a partir de sistemas solares fotovoltaicos, consideram-se bastante promissoras (Mauthener, 2014).

Os sistemas fotovoltaicos provocam um impacto ambiental menor que qualquer outro sistema de produção renovável ou não renovável. Esta tecnologia não polui e não emite gases com efeito estufa, assim, é uma forma de produção de energia elétrica não poluente; se forem excluídos os impactos ambientais provocados no processo de fabrico e destruição das células após o fim de vida útil.

3.3.2 Biomassa

A biomassa por definição considera-se que é uma fonte de energia renovável e abundante, com um elevado potencial energético, limpo, composto por matéria orgânica, de origem não fóssil.

A biomassa passa por um ciclo neutro de emissões de carbono, uma vez que a combustão e a decomposição da biomassa provocam inevitavelmente emissões de CO₂, mas são correspondentes à absorção de carbono durante o crescimento das plantas que lhe dão origem. Desta forma considera-se um ciclo neutro, já que vai libertar carbono que já foi capturado pela biomassa e que vai ser novamente capturado em novo ciclo de crescimento de consumidores de CO₂ como as plantas (OCED/IEA, 2007).

Nos últimos anos, a utilização de biomassa aumentou consideravelmente no âmbito da geração de calor e energia elétrica. Este desenvolvimento dá-se devido ao aumento dos preços dos combustíveis fósseis, como o petróleo e o carvão, tornando a matéria orgânica economicamente competitiva e conferindo uma nova perspectiva do impacto do homem sobre o meio ambiente.

A biomassa foi a grande fonte de energia até à revolução industrial e atualmente ainda corresponde a cerca de 14% do consumo global de energia (IEA, 2012).

O aproveitamento deste recurso deverá constituir uma das prioridades de uma política energética, sobretudo em sociedades que não dispõem de combustíveis fósseis. No futuro, a biomassa poderá proporcionar um fornecimento de energia sustentável a custo reduzido, proporcionando aos diferentes países uma redução de emissões dos gases com efeito de estufa.

O aproveitamento da biomassa para fins energéticos é encarado não só como um instrumento de luta contra incêndios e contra a redução de GEE (gases efeito estufa), como é um fator positivo para oportunidades de negócio em diversas fileiras, para o desenvolvimento económico e criação de emprego em zonas rurais, para a redução da dependência energética e contribuição para a diversificação do *mix* energético (IEA, 2012).

O tipo de biomassa condiciona fortemente o desempenho das caldeiras, este tipo de energia primária exige uma caracterização mais detalhada, que será realizada no capítulo 5, para dois tipos de biomassa, estilha e *pellets*.

3.4 Caracterização dos Níveis de Eficiência Energética

Muitos gestores hoteleiros tem uma postura em usar a energia de forma racional, a grande maioria dos empreendimentos turísticos utiliza lâmpadas economizadoras de energia (mais de 86% das unidades) e em mais de 80% o sistema de climatização é regulado pelos próprios clientes, (com exceção dos apartamentos turísticos em que esta prática atinge apenas 73%) (TP, 2014), ver Figura 3.1.

Possuir um sistema de ar condicionado eficiente é uma das medidas que mais contribui para minorar o consumo de energia. Hotéis de 5* e de 4* são os que revelam maior preocupação e utilização de ar condicionado 86% e 76%, respetivamente.

Utilizar energia solar para aquecimento de água é também uma ação importante no sentido de diminuir consumos e tem nos aldeamentos turísticos e nos hotéis de 3* as maiores incidências

50% e 32%, respetivamente. Quanto a utilização de sensores automáticos nas luzes surgem nos hotéis de 4* com uma maior incidência (em 66% das unidades).



Figura 3.1 - Utilização eficiente de energia, nos empreendimentos turísticos - % adesão (TP, 2014).

De acordo com os dados das regiões, Lisboa, Centro, Norte e Alentejo são as zonas que, globalmente melhor gerem o sistema de energia. Destaca-se que a climatização com intensidade regulada pelo cliente é uma ação em mais de 88% dos empreendimentos turísticos localizados nas regiões do Norte, Centro, Lisboa e Alentejo e mais de dois terços destas unidades possui também sistemas de ar condicionado eficientes (classe A ou B) (TP, 2014).

A região autónoma da Madeira e Lisboa ocupam o 1.º lugar na utilização de interruptor geral nos quartos acionado com cartão entre 82% a 79% dos seus estabelecimentos. Em relação à energia solar para AQS é prática em 35% das unidades do Centro, Alentejo e Algarve.

No capítulo seguinte, irá efetuar-se uma análise energética e uma análise da possibilidade do aumento da eficiência energética de um edifício de serviços, o *Pestana Casino Park*, como caso de estudo no sentido de propor um novo modelo energético.

4 Caso de Estudo – *Pestana Casino Park*

Neste capítulo da dissertação é apresentado o caso de estudo e a caracterização das variáveis energéticas, procurando identificar vários aspetos que poderão ser objeto de melhoria, para se atingir um nível mais elevado de sustentabilidade energética garantindo o bom desempenho.

Neste contexto, será realizada uma análise energética num caso de estudo, relevando-se uma caracterização dos consumos dos últimos três anos, nomeadamente em 2011 a 2013 e custos associados. Os custos referentes a 2013 foram considerados essenciais para a conceção e a identificação de uma proposta de modelo energético e a identificação de fatores revelantes para se atingir um nível superior de sustentabilidade de eficiência energética.

4.1 Caracterização Geográfica e Descrição

O caso de estudo é uma unidade hoteleira de alta gama, nomeadamente a unidade hoteleira *Pestana Casino Park*, situado no centro urbano da cidade do Funchal. O trabalho tem como objetivo geral contribuir para o aumento da eficiência nos componentes responsáveis por maiores consumos energéticos, procurando outras fontes de energia renováveis, num contexto de sustentabilidade.

Neste contexto, analisaram-se os dados dos consumos de energia, com origem nas fontes energéticas de eletricidade e de gás, nos anos 2011, 2012 e 2013. O tratamento de dados passou pela desagregação de variáveis energéticas, referentes à iluminação, balanços energéticos, custos associados e a determinação do Indicador Eficiência Energética (IEE).

Neste trabalho foi efetuada a caracterização das taxas de ocupação e consumos energéticos detalhados. Efetuou-se ainda a análise da iluminação caracterizando individualmente os sistemas energéticos e de iluminação artificial em diversos espaços do hotel. Esta caracterização foi efetuada em várias visitas ao Hotel, durante 10 dias, com início no dia 07 de março de 2014.

Tratando-se de um Hotel, a análise foi efetuada ao nível da iluminação de acordo com o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS), que contém os requisitos energéticos que devem ser aplicados a um edifício novo, embora se trate de um edifício existente.

Inicia-se a caracterização deste edifício de serviços *Pestana Casino Park* referindo que se situa na Região Autónoma da Madeira, cidade do Funchal, Figura 4.1 e Figura 4.2, a uma altitude de 58 metros e na posição geográfica de latitude N 32°38'97'' e longitude W 16°52'02''.



Figura 4.1 - Localização do hotel.



Figura 4.2 - Pestana Casino Park (Pestana, 2011).

O *Pestana Casino Park* é uma unidade hoteleira de 5 estrelas e foi desenhado pelo arquiteto brasileiro Oscar Niemeyer, tendo sido construído em 1975 (Pestana, 2011). Este hotel tem uma área bruta total interior de 35.620 m² e, está rodeado por 15.000 m² de jardim privado. O espaço e a integração da luz natural são as principais características deste magnífico exemplar de arte moderna. Em 2006 foi alvo de grandes remodelações, nomeadamente nos quartos, suites, salas de reunião/conferência, restaurantes, entre outros espaços.

O edifício é dividido em três partes: ala sul, centro e norte. É constituído por 10 pisos (pisos 5, 4, 3, 2, 1, piso técnico, piso CF, piso 0, piso -1 e piso -2).

Nas remodelações ocorridas em 2006, apenas a Ala Norte dos pisos 2, 3, 4 e 5 não foram alvo de quaisquer alterações. Uma vez que os quartos e suites desta Ala permaneceram com o mobiliário antigo, considerou-se por tipologia, quarto antigo e suite antiga. Os quartos que foram alvo de remodelações foram designados por tipologia, de quarto novo e suite nova.

O piso 5, é composto por 8 suites novas, 3 suites antigas, 48 quartos novos e 14 quartos antigos, com casas de banho e instalações sanitárias em cada. Neste existem três salas de reuniões, duas fechadas, sala *Luanda* e sala *Cape Town*, e a *Maputo* aberta. Neste piso ainda existem os corredores, escadas de serviços de clientes e serviços. No terraço do piso 5 tem-se como espaço não útil os elevadores e casa das máquinas.

O piso 4 é constituído por 7 suites novas, 1 suite presidencial, 2 suites antigas, 47 quartos novos e 16 quartos antigos, com instalações sanitárias e casas de banho em cada. Abrange três salas de reuniões, duas fechadas, sala *Rio de Janeiro* e *Caracas*, e a sala aberta *Buenos Aires* aberta. Existem ainda corredores, escadas de serviços de clientes e serviços.

O piso 3 é formado por 8 suites novas, 2 suites antigas, 47 quartos novos e 16 quartos antigos, com casas de banho e instalações sanitárias em cada. Abrange duas salas de reuniões, uma fechada, sala *Tóquio* e outra aberta *Nova Deli*. Possui ainda os serviços administrativos, corredores, escadas de serviços de clientes e serviços.

O piso 2 é composto por 2 suites novas, 2 suites antigas, 60 quartos novos e 16 quartos antigos, com casas de banho e instalações sanitárias em cada. Contém duas salas de reuniões, uma fechada, sala *Sidney* e outra aberta *Wellington*. Também tem os serviços administrativos, corredores, escadas de serviços de clientes e serviços.

O piso 1 contém 4 suites novas, 73 quartos novos, dispõe ainda de 3 quartos novos para pessoas com mobilidade reduzida, com casas de banho e instalações sanitárias em cada. Dispõe de 4 salas de reuniões, 3 fechadas, sala *Paris*, *Londres* e *Berlim*, e outra aberta *Madrid*. Possui também, corredores, escadas de serviços de clientes e serviços.

O piso técnico é considerado como espaço não útil, dado que aloja, as tubagens: águas, esgotos e cabos elétricos, e equipamentos/máquinas dos referidos pisos acima.

O piso CF é composto por duas salas de reuniões fechadas, sala Funchal e Lisboa. Contém ainda uma cozinha, arrecadação e as instalações sanitárias partilhadas por ambas as salas. Ainda possui, corredores, escadas de serviços (clientes e serviços).

O piso 0 tem *Hall* de Entrada é composto pela receção, sala de estar/convívio, instalações sanitárias, Restaurante e Bar *Aqua-Café*, Restaurante & Bar *Sunset*, cozinha, ourivesaria e agência de viagens, zona de circulação de clientes e serviços.

O piso -1 é composto pelo Restaurante Panorâmico, Restaurante & Bar *Dock Side*, piscina exterior, instalações sanitárias, ginásio, zonas de circulação de clientes. Nas zonas de circulação de serviço, contém, cozinha central e zonas de preparação, zonas de lavagem, salas de preparação de refeições, pastelaria, economato (espaços de carnes, frios, frutaria, arrecadações), refeitório do pessoal, instalações sanitárias, escritório de contabilidade, escritório das governantes.

Por fim o piso -2 é composto pela piscina interior e SPA, balneários e instalações sanitárias, salão de jogos, sala de informática, zona de circulação de clientes. Na zona de circulação de serviço, possui escritórios, sala de convívio, balneários e instalações sanitárias e arrumos. Como espaços não úteis conta-se com o posto de transformação com grupo de emergência, central térmica (AQS), arrumos (salas de bombas e circulações das piscinas) e zonas de recolha de resíduos sólidos urbanos.

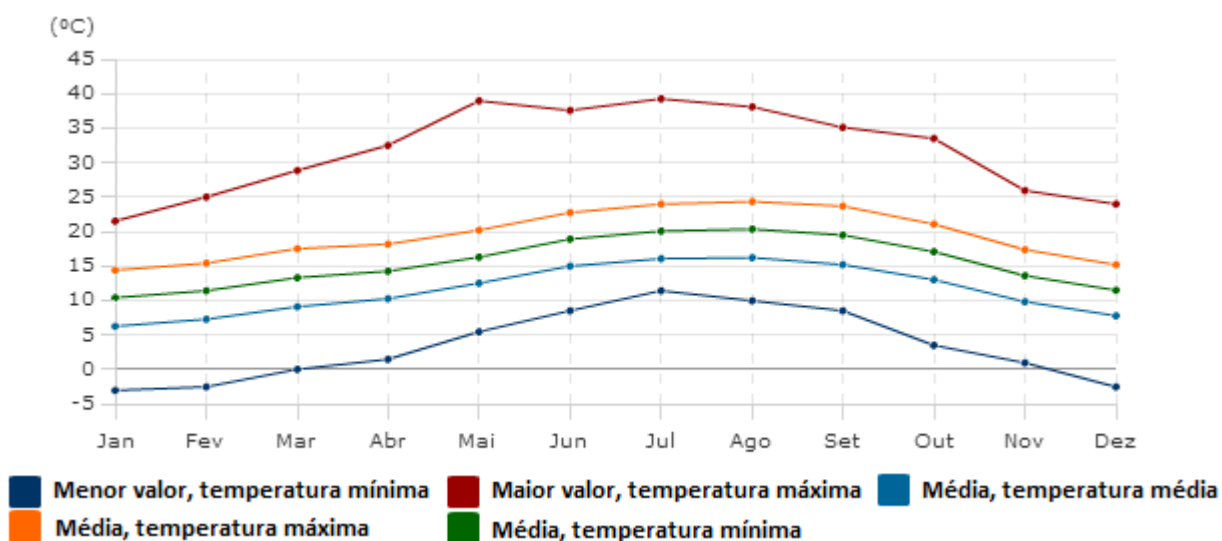


Figura 4.3 - Temperatura do ar, normais climatológicas (Funchal, 1981 -2010) (IPMA, 2013).

No que respeita a temperatura ambiente da região autónoma da madeira, concelho Funchal, registada entre os períodos de 1981 até 2010, para o mês de fevereiro, o valor mínimo da temperatura foi de -2,5°C, e o valor máximo da temperatura máxima para o mês de julho foi de 39,3 °C, conforme Figura 4.3.

4.2 Taxas de Ocupação

Relativamente ao número de utentes (taxa de ocupação) estes foram distribuídos por dormidas, entre os anos 2011 a 2013, verificando-se os valores mais altos nos meses de agosto e setembro e valores mais baixos no mês de janeiro.

Confirma-se, ainda uma diminuição da taxa de ocupação entre os anos de 2011 e 2012 de 2,25%, contrariada em 2013, quando se verifica crescimento de 11,64%, Figura 4.4. De referir que a capacidade de alojamento anual do hotel é de 138335 quartos, no ano 2013 atingiu-se 70% dessa capacidade.

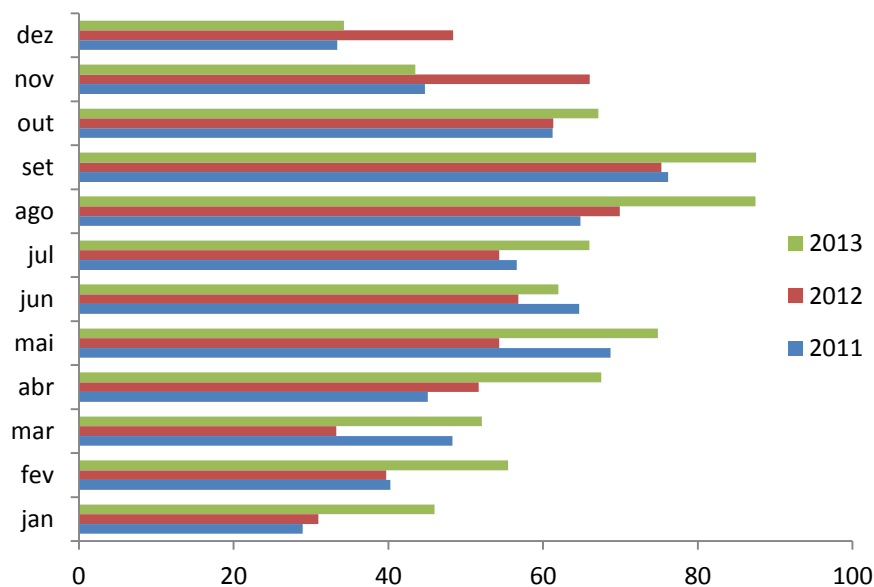


Figura 4.4 - Taxa de ocupação de dormidas.

4.3 Diagnóstico de Consumos Energéticos

As fontes energéticas primárias que satisfazem as atuais necessidades energéticas são a eletricidade e o gás propano, mas as constantes oscilações dos preços, durante a presente década, dos combustíveis fósseis para produção de AQS e aquecimento, provoca dificuldades económicas e de gestão. Para conhecer e gerir os tipos de consumos energéticos, procedeu-se à análise dos dados energéticos dos consumos.

Tabela 4.1 - Consumo das fontes primárias das energias: eletricidade e gás.

	Eletricidade		Gás propano	
	kWh	tep	kg	tep
2011	2928280	629,6	109469	119,7
2012	2874847	618,1	109527	119,8
2013	2878475	618,9	110911	121,3
$\Delta(11-13)[\%]$		-1,7%		1,34%

Na Tabela 4.1 é apresentado o cálculo de cada tipo de energia primária das variáveis envolvidas (eletricidade e gás propano) em kWh e kg de energia consumida em tonelada equivalente de petróleo (tep), tendo como base o Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE) aplicados os fatores de conversão de eletricidade e gás propano e os respetivos índices dos seus poderes caloríficos para aquecimento, ver Apêndice A.

Tendo como referência os vários tipos de consumo de energia primária verificados no ano de 2013 as suas conversões energéticas para cada fonte primária de energia, são determinadas segundo Despacho n.º 17313/2008.

Analisando os consumos elétricos, nota-se uma tendência de redução entre o período de 2011 e 2013, com uma variação de - 1,7% do tep entre o valor mínimo e o valor máximo, neste período. Relativamente aos consumos de gás propano, no período de 2013 existe um valor mais alto comparativamente aos dos anos 2011 e 2012, e apresentam uma variação de 1,34% do tep.

Detalhando a análise nos anos de 2011 e 2013 constata-se que houve um decréscimo no consumo da energia elétrica, graças a algumas medidas aplicadas na iluminação, nomeadamente, substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas, assim como uma redução da potência contratada.

O aumento do consumo de gás propano está nitidamente associado ao número crescente dos utentes da unidade hoteleira, uma vez que a taxa de ocupação em 2013, teve um aumento significativo de 10% em relação ao ano anterior, Figura 4.4.

No Hotel não existe qualquer consumo de energia renovável (para além da incorporada na eletricidade), isto é, não estão instalados quaisquer sistemas de utilização de energia renovável.

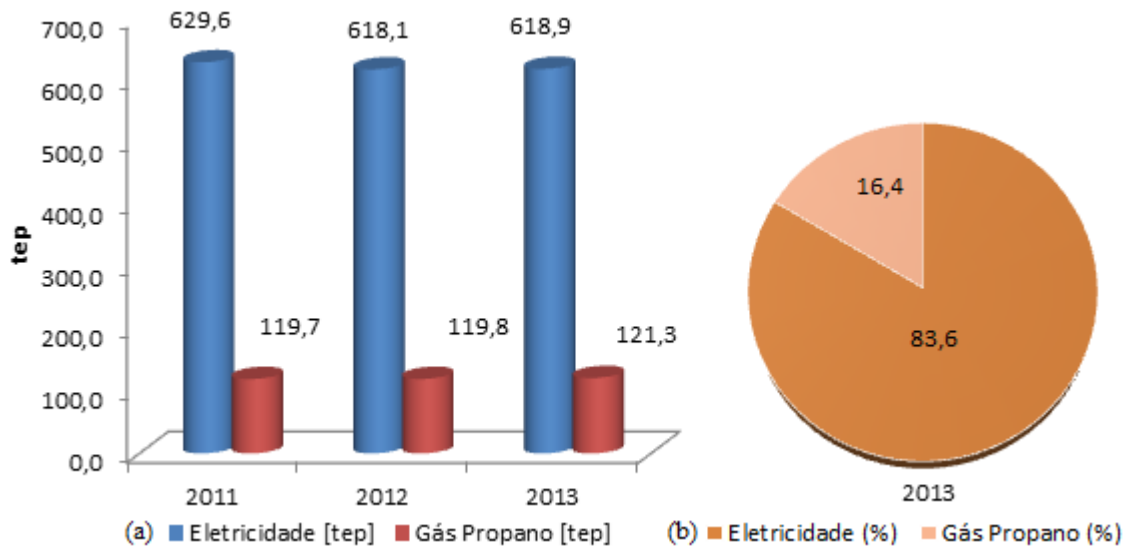


Figura 4.5 -(a) Consumos anuais energéticos [tep]; (b) Distribuição percentual dos consumos por fonte de energia em tep.

Para se ter um conhecimento do impacto de cada fonte de energia primária, neste caso de estudo, elaborou-se o gráfico da Figura 4.5(b), onde se representam os consumos de cada fonte de energia no ano de 2013, percentualmente.

Note-se que a percentagem da energia elétrica consumida foi de 83,6%, a percentagem de energia térmica foi de 16,4%.

Em resumo, ao analisar as grandezas energéticas da Figura 4.5(a), existe uma variação dos consumos destas fontes energéticas, em que o gás propano acompanha diretamente a atividade de taxas de ocupação, entre 2012 e 2013, reflexo das refeições servidas e da produção de AQS, assim como das amplitudes das temperaturas entre os meses de Inverno e de Verão, para satisfação das necessidades de aquecimento.

4.3.1 Consumos de Energia Elétrica

Os serviços técnicos do hotel procedem, diariamente à leitura e registos dos consumos da energia elétrica. Nesta análise, seguiu-se um conjunto de registos mensais referentes ao longo de três anos, Figura 4.6. O mês de setembro destaca-se pois revela maior consumo de energia elétrica, relativamente aos restantes meses.

Por outro lado o mês de agosto é aquele que tem maior consumo de energia elétrica comparativamente aos restantes meses, de acordo com a taxa de ocupação.

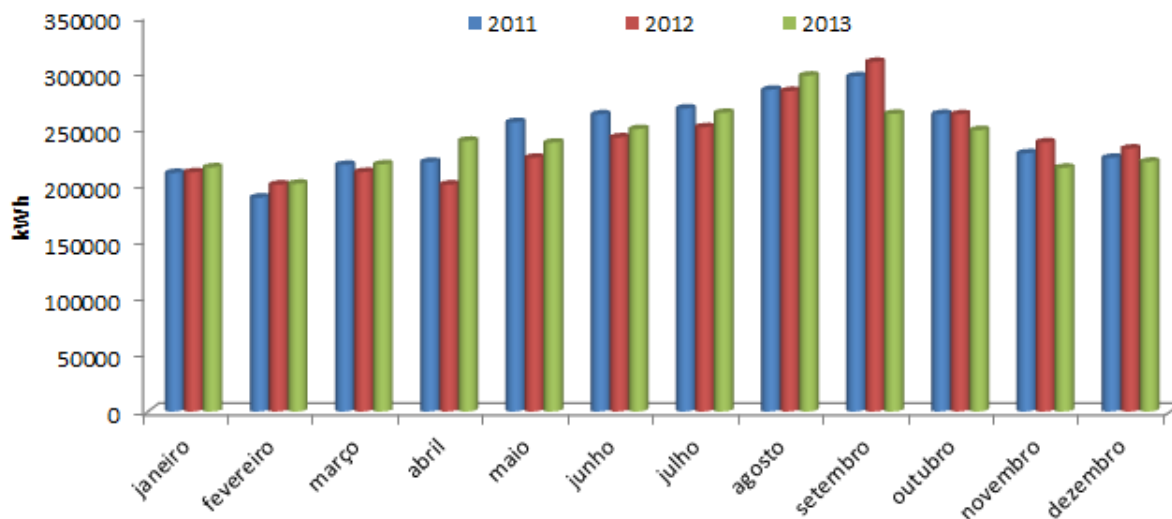


Figura 4.6 - Distribuição do consumo de energia ativa total por mês [kWh/mês].

A desagregação de custos de eletricidade é feita com base nas faturas referentes ao ano 2013 em estudo e inclui, para além dos custos de energia, dividida em Horas de Cheias, de Vazio e de Ponta, os custos de potência, divididos em potência contratada e os custos de energia reativa faturada. Este último valor é praticamente nulo, uma vez que o hotel faz correção do fator de potência, ou seja, a energia reativa é disponibilizada na própria instalação com o recurso a baterias de condensadores, Figura 4.7.

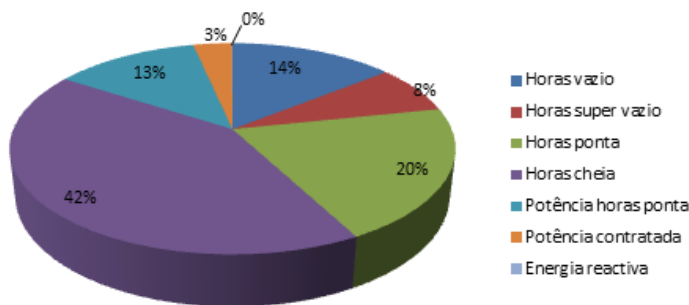


Figura 4.7 - Desagregação dos consumos e custos de energia por períodos horários [euros/ano].

Os custos de energia elétrica referente ao ano de 2013, são apresentados na Figura 4.8. Existem no mês de agosto os maiores custos que refletem um maior consumo, já anteriormente analisado, os custos de energia elétrica anuais representam um total de 351 750,73 € com impostos. O mês de dezembro, apresenta um menor custo devido aos acertos da contagem anual da Empresa Eletricidade da Madeira.

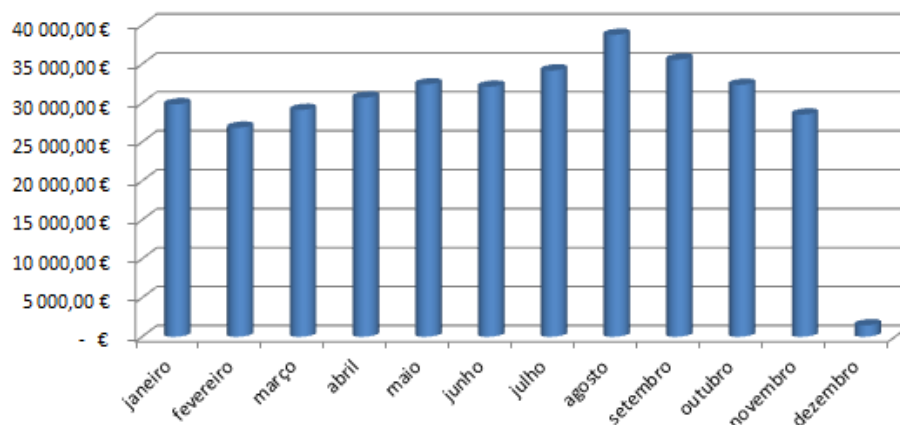


Figura 4.8 - Distribuição dos custos de energia por mês [euros/mês].

4.3.2 Consumos de Energia Térmica

Uma outra área consistiu na análise e recolha dos consumos térmicos baseados nas fontes primárias de energia, gás propano, para produção de AQS e aquecimento, Figura 4.9.

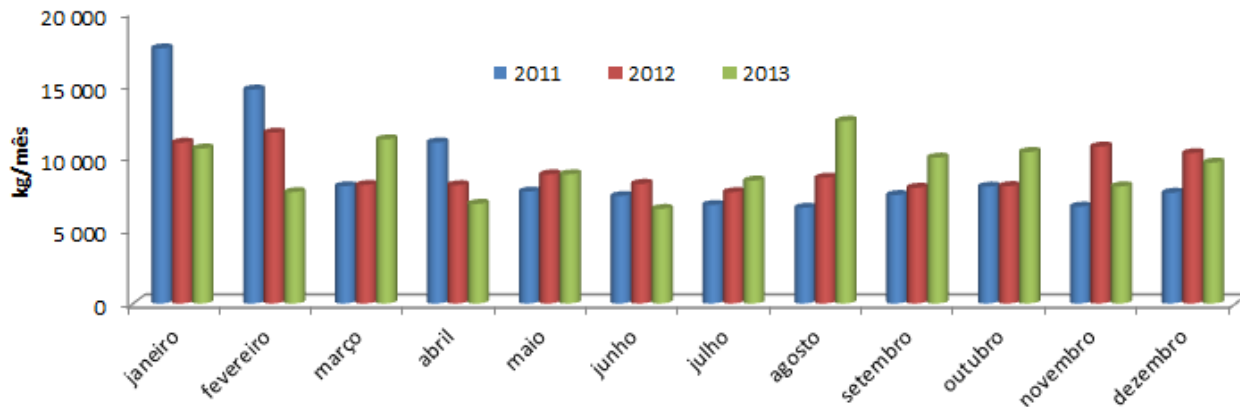


Figura 4.9 - Distribuição do consumo médio de gás propano por mês [kg/mês].

Os serviços técnicos do hotel procedem, diariamente à leitura e registos dos consumos. O consumo de gás propano anual em 2011 foi de 109 469,00 kg. Em 2013 registou-se um consumo anual de 110 911,00 kg, tendo este menores custos em relação às outras fontes energéticas. Desagregando o consumo desta fonte de energia primária, mensalmente, consegue-se conhecer com pormenor o perfil de consumos representados pela Figura 4.10.

O mês de maior consumo médio de gás propano, foi em janeiro de 2011, tendo sido mais elevado no mês de agosto de 2013.

Os custos de gás propano anuais representam um total de 108 222,16 €, uma média de 9 018,51 € mensalmente, valores sem impostos referentes a 2013.

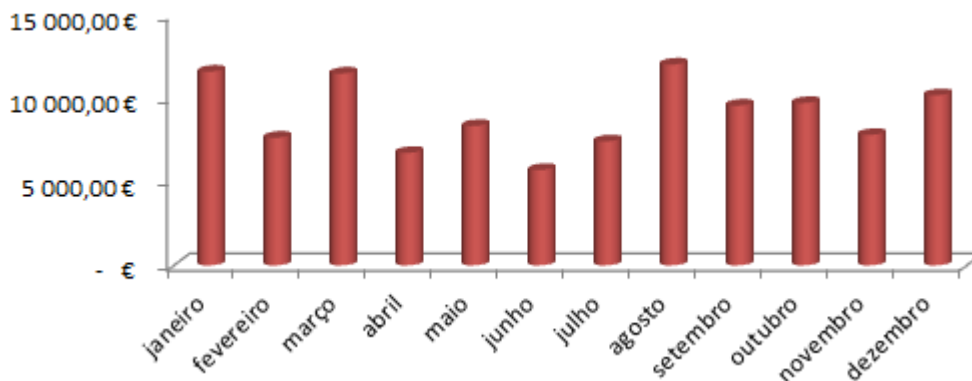


Figura 4.10 - Distribuição dos custos médios de gás propano por mês [euros/mês], de 2013.

4.3.3 Indicador de Eficiência Energética – IEE

O IEE é um valor que indica o consumo energético por m² de um determinado espaço. Também é designado por “consumo nominal específico”. Este indicador serve para verificar se o edifício cumpre o requisito energético aplicável pelo RSECE e para determinar a classe de desempenho no âmbito do SCE.

Os consumos energéticos anteriormente referidos são usados para determinar o IEE. No âmbito da atual legislação RECS, consumo efetivo, mas ainda falta publicar o despacho com a metodologia de cálculo IEE_{ef} , incluindo a metodologia para avaliação energética que auxilia esta metodologia. Assim sendo, optou-se por recorrer a antiga legislação sobre as características de comportamento térmico de edifícios (RSECE, SCE).

Como o edifício tem uma potência térmica utilizada para climatização superior a 25kW e a sua área é superior a 1000 m², de acordo com o Artigo 27º do RSECE este edifício é abrangido pelo RSECE.

Neste caso particular, a determinação do IEE real-faturas parte da análise das faturas energéticas do ano 2013, para verificação simplificada do cumprimento do requisito energético em edifícios existentes e da necessidade ou não de Plano de Racionalização Energética (PRE). A determinação do IEE é efetuada segundo o Artigo 7º (RSECE).

O artigo 31º do RSECE determina que a caracterização energética de um edifício ou fração autónoma é feita através de um indicador de consumo específico, expresso em unidades de energia final ou primária, consumida anualmente por m² de área útil. Um parâmetro deste IEE é o valor de referência limite do consumo global específico dos edifícios de serviços turísticos, existentes, de 4 ou mais estrelas, sendo a IEE do edifício existente de 60kgep/m².

O consumo anual de energia (real faturas), desde janeiro de 2013 a janeiro de 2014 e de gás propano referente ao ano de 2013, representa um total de 912 865,2 kgep/ano, ver Apêndice B. Tendo o *Pestana Casino Park* uma área total de 35 620 m², a partir dos valores de referência limite do consumo global específico dos edifícios de serviços turísticos, pode-se determinar IEE real-faturas, que apresenta um valor de 25,63 kgep/m².

Conclui-se que este valor está abaixo do limite máximo de referência para edifícios existentes desta tipologia (RSECE), logo, o edifício satisfaz os requisitos de consumo. Nesse caso, não existe necessidade de adotar um PRE face aos regulamentos. Todavia, podem se atingir melhores níveis de eficiência energética e baixar os respetivos custos.

4.4 Caracterização da Iluminação Instalada

Para caracterizar o sistema atual de iluminação do hotel foi necessário fazer-se um levantamento de todas as lâmpadas instaladas no edifício, e efetuou-se uma avaliação da adequação da iluminação instalada de acordo com os fins e o espaço a que se destina. Durante as visitas técnicas aos diversos espaços do hotel, utilizou-se um luxímetro e foram registados os níveis pontuais de iluminância.

Não sendo viável analisar todos os espaços do hotel, optou-se por analisar apenas alguns espaços, sendo estes: quartos de hóspedes, suites, salas de reunião/conferência, recepção, restaurante panorâmico, escritório de contabilidade e corredores de clientes.

No hotel em estudo já se encontram, entretanto, implementadas algumas medidas para redução dos consumos na iluminação, nomeadamente a substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas (economizadoras) ou *LEDs* e redução do consumo de cerca 50% da iluminação no corredor de clientes, medidas essas, que por se revelarem insuficientes, determinam a existência de um potencial relevante para a redução possível dos seus consumos, o qual será, naturalmente, objeto de um estudo e análise conveniente.

Em termos arquitetónicos, o *Pestana Casino Park* é, de um modo geral, caracterizado por vãos envidraçados em fachadas para o exterior das portas, quartos, suites, salas de reunião/conferência e restaurantes, permitindo, desse modo, a integração de luz natural nesses espaços.

Para o cálculo do consumo energético da sua instalação de iluminação, foi necessário considerar-se o tempo médio de utilização dos respetivos equipamentos, em função da utilização média (no ano de 2013), dos espaços a iluminar, e dentro desse princípio, considerou-se um coeficiente de simultaneidade média de 70% de potência elétrica global consumida por esses equipamentos, associados às taxas médias de ocupação das unidades de alojamento (quartos e suites), concluindo-se, conforme indicado na figura seguinte, que os consumos com a iluminação correspondem a cerca de 31,4% dos consumos energéticos totais da unidade hoteleira em estudo, Figura 4.11.

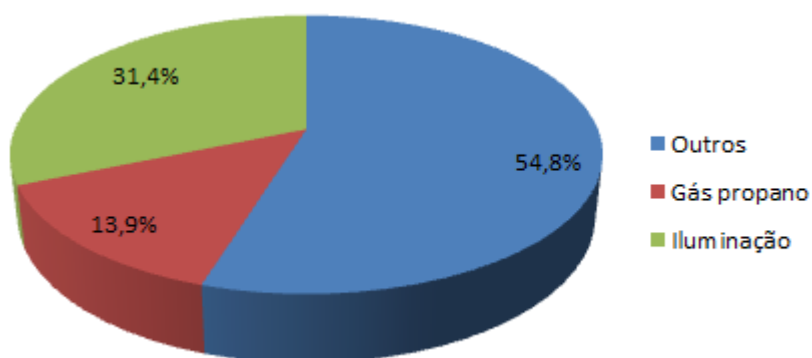


Figura 4.11 - Desagregação dos consumos de energia final, em kWh.

Durante as visitas técnicas efetuadas, contabilizaram-se 8984 lâmpadas, cujas quantidades e tipos se encontram indicados no gráfico da Figura 4.12, (8,3%) lâmpadas fluorescentes tubulares T8 (FT8), 947 (10,5%) são lâmpadas fluorescentes tubulares T5 (FT5), 610 (6,8%) lâmpadas fluorescentes tubulares TLD (FTLD), 2932 (32,6%) lâmpadas halogéneo (H), 2338 (26%) lâmpadas fluorescentes compactas não integradas (FCNI), 996 (11,1%) lâmpadas fluorescentes compactas integradas (FCI), 136 (1,5%) lâmpadas incandescentes (INC), 78 (0,9%) lâmpadas de Iodetos Metálicos (IM), 5 (0,1%) lâmpadas de descarga (D), 14 (0,2 %) lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão (SON), 181 (2%) lâmpadas *LED*.

Tendo em conta a eficiência dos sistemas de iluminação instalados, antevê-se desde já, um enorme potencial de poupança de energia elétrica do hotel com a substituição destas lâmpadas e/ou equipamento auxiliar, com o balastro.

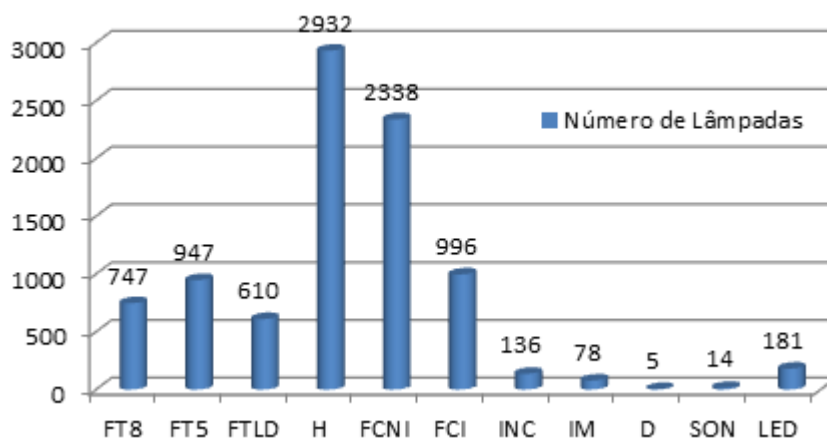


Figura 4.12 - Lâmpadas instaladas no hotel em função da tecnologia da lâmpada, em 2014.

Nos seguintes subcapítulos, pretende-se efetuar uma avaliação global da instalação de iluminação da presente unidade hoteleira, com vista a verificar se a mesma é adequada aos objetivos e finalidades pretendidas, e para tal, desde a impossibilidade, por razões da sua ocupação e funcionamento, e das suas dimensões aplicáveis, em se proceder à análise de todos os seus espaços, optou-se pela análise de determinados espaços e recintos mais representativos, cujas conclusões de funcionamento se expressam.

4.4.1 Quarto Hóspedes

Os quartos – com a área de 25m², pé direito de 2,8m, paredes e tetos em cores claras, mobiliário na cor preta, pavimento revestido com madeira (1º andar) ou alcatifa na cor encarnada (nos restantes pisos), utilização média anual de 2650h/ano e consumo anual de eletricidade (por efetivo exclusivo de iluminação) de cerca de 858,6kWh/ano, totalizam 340 unidades de alojamento (sendo 62 o número de quartos antigos e 278 o dos quartos novos). Escolheu-se como espaço representativo, quarto novo 153 localizado na ala Centro do 1º andar do hotel.

Durante as visitas técnicas aos quartos constatou-se que o sistema de iluminação inclui lâmpadas fluorescentes tubulares, fluorescentes compactas integradas e halogéneas.

O quarto em análise, possui 2 luminárias, com balastro eletrónico, classe A2, equipadas com (FT5) *HO (High Outputlight) 54W/840 Osram*, fluxo luminoso de 4450 lm, IRC=80 e Tc=4000K (luz branca), encastradas em sancas abertas, para efeitos decorativos e funcionais e orientadas para o teto (para uma iluminação indireta), com a indicação complementar de que apenas os quartos do primeiro andar possuem luminárias (FT5) *HO 54W/840 Osram*, e os quartos dos restantes pisos, possuem também 2 luminárias, com balastro ferromagnético, classe C, equipadas com (FT8) *58W/840 Osram*, fluxo luminoso de 5200 lm, IRC=80 e Tc=4000K (luz branca).

Os quartos novos orientados para Este têm uma luminária, com balastro eletrónico, classe A2, equipada com uma (FT5) *HE (High Efficiency) 21W/840 Osram*, fluxo luminoso de 1900 lm, IRC=80 e Tc=4000K (luz branca), essencialmente utilizada para efeitos decorativos, com encastramento no móvel da TV, de modo a proporcionar uma iluminação indireta.

Todos os quartos novos possuem uma luminária, com balastro eletrónico, classe A2, equipada com uma (FT5) *8W/840 Osram*, fluxo luminoso de 430 lm, IRC=80, Tc=4000K (luz branca), encastradas no móvel do frigobar.

A iluminação, em cada quarto, dos espaços para o acesso aos seus sub-espacos (zona de dormir e casa de banho), existem instalados, no corredor, 3 lâmpadas (H) *20W Osram*, fluxo luminoso de 220 lm, IRC=100, Tc=3000K (luz quente). Na casa de banho verificou-se a instalação de 2 lâmpadas (H) *35W Osram*, fluxo luminoso de 505 lm, IRC=100, Tc=2900K (luz quente) e uma outra nas instalações sanitárias com as mesmas características, são os respetivos transformadores da marca *Vossloh Schwabe Liteline Type EST 10-60W/12,633*.

Nos quartos novos foram instalados 2 (FCI) 11W/825 *Osram*, fluxo luminoso de 560 lm, IRC=80, Tc=2500K (luz quente) em candeeiros nas mesas-de-cabeceira.

Nos quartos antigos, como por exemplo, no quarto 469 são utilizadas 5 (FCI) 11W/825 *Osram*, sendo 2 para os candeeiros da mesa-de-cabeceira e as outras 3 para iluminação decorativa do quarto e quanto às lâmpadas (H), existem 3 do tipo de 35W *Osram*, distribuídas 2 na casa de banho e uma outra nas instalações sanitárias, existindo ainda uma outra lâmpada de 50W *Osram* no corredor, cujas características (lâmpadas e transformador) são idênticas as do quarto 153.

Esclarece-se, ainda, que apenas os quartos novos dispõem de cartão-chave, cuja função já foi anteriormente referida.

4.4.2 Suites

As suites – com a área de 50m², pé direito de 2,8m, paredes e tetos em cores claras, mobiliário na cor preta, pavimento revestido com madeira (1º andar) ou alcatifa na cor encarnada (nos restantes pisos) e uma utilização média anual de 2650h/ano. As suites totalizam 38 unidades, sendo 30 designadas como “suite nova” e 8 como “suites antigas”. As suites novas, dispõem de dois espaços diferentes, como tal, optou-se por selecionar alguns espaços representativos como a suite 181 localizada na ala Norte do 1º andar do hotel e a suite 503 localizada na ala Sul do 5º andar, apresentando um consumo anual de eletricidade (por efetivo exclusivo de iluminação) de cerca de 1783,5kWh para a suite 181 e 1928,1kWh para a suite 503, estão dotados de sistemas de iluminação constituído por lâmpadas fluorescentes tubulares, fluorescentes compactas integradas e halogéneas.

A suite 181 tem instalado 4 luminárias, com balastro eletrónico, classe A2, equipadas com (FT5) HO 54W/840 *Osram*, fluxo luminoso de 4450 lm, IRC=80 e Tc=4000K (luz branca), encastradas em sancas abertas, para efeitos decorativos e ao mesmo tempo funcionais e orientadas para o teto, oferecendo iluminação indireta. Apenas, as suites do primeiro andar possuem uma (FT5) HO 54W/840 *Osram*, enquanto que as dos restantes pisos, possuem também 4 luminárias, com balastro ferromagnético, classe C, equipadas com (FT8) 58W/840 *Osram*, fluxo luminoso de 5000 lm, IRC=80 e Tc=4000K (luz branca).

A suite 503 tem 4 luminárias, com balastro ferromagnético, classe C, equipadas com (FT8) 58W/840 *Osram*, fluxo luminoso de 5000 lm, IRC=80 e Tc=4000K (luz branca). Este sistema de

iluminação tem a mesma funcionalidade da suite 181, está presente no (2º,3º,4º e 5º andar) de cada suite.

Nas suites novas, existem 2 luminárias, com balastro eletrónico e classe A2, equipada com uma (FT5) *HE 21W/840 Osram*, fluxo luminoso de 1900 lm, IRC=80 e Tc=4000K (luz branca), e é utilizada para efeitos decorativos, encastrada no móvel da TV, de modo a proporcionar uma iluminação indireta.

Todas as suites novas incluem, ainda, 1 luminária, com balastro eletrónico, classe A2, equipada com uma (FT5) *8W/840 Osram*, fluxo luminoso de 430 lm, IRC=80, Tc=4000K (luz branca), encastrada no móvel do frigobar.

Os quartos da suite incluem 2 (FCI) *11W/825 Osram*, com fluxo luminoso de 560 lm, IRC=80, Tc=2500K (luz quente) em candeeiros nas mesas-de-cabeceira. A sala da Suite 181 possui ainda, 2 candeeiros decorativos, candeeiro de teto e um outro candeeiro de pé, equipados com uma (FCI) *7W/825 Osram*, em fluxo luminoso de 380 lm, IRC=80, Tc=2500K (luz quente). A sala da suite 503, também possui 2 candeeiros, um candeeiro de pé e outro candeeiro de teto, equipado não com uma mas com 3 (FCI), com as mesmas características da Suite 181.

Para a iluminação, em cada suite, dos espaços para o acesso aos seus sub-espacos (sala de estar, zona de dormir e casa de banho), foram instalados, na suite 181 6 lâmpadas (H) *50W Osram*, sendo 4 na sala da suite e outras 2 no corredor do quarto, com um fluxo luminoso de 709 lm, IRC=100, Tc=3000K (luz quente). Além disso, constatou-se ainda instalação de 3 lâmpadas (H) *35W Osram*, 2 na casa banho e uma outra nas instalações sanitárias, com um fluxo luminoso de 505 lm, IRC=100, Tc=2900K (luz quente). O transformador utilizado é da marca *Vossloh Schwabe Liteline Type EST 10-60W/12,633*.

Na sala da suite 503 existe ainda 2 lâmpadas (H) *50W Osram* no corredor, para além de 5 lâmpadas (H) *35W Osram* (3 na casa de banho, 1 duche e uma outra nas instalações sanitárias), com as características das lâmpadas (H) e transformador, idênticas às instaladas na suite 181.

As suites antigas, como por exemplo (suite 281), os quartos estão instalados com 5 (FCI) *11W/825 Osram*, em que 2 são usadas em candeeiros de mesa-de-cabeceira e outras 3 para iluminação decorativa do quarto. A sala da suite, inclui 3 candeeiros (1 no teto e outros 2 de pé) para iluminação decorativa, equipados com (FCI) *7W/825 Osram*. Quanto às lâmpadas (H), possui 3 lâmpadas de *35W Osram* (2 na casa de banho e uma outra nas instalações sanitárias). Além disso, constatou-se ainda instalação 5 lâmpadas de *50W Osram*, sendo 4 na sala e uma

outra no corredor do quarto, com as características das lâmpadas (H) e transformador, idênticas às instaladas na suite 281.

Esclarece-se, ainda, que apenas os quartos novos dispõem de cartão-chave, cuja função já foi anteriormente referida.

4.4.3 Salas de Reuniões / Conferências

No hotel existem 15 salas de reuniões, sendo 11 fechadas e 4 abertas, referenciadas e localizadas nos pisos indicados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Salas de reunião / conferência.

	Ala Centro e Sul	Ala Norte
Piso 5	Sala <i>Luanda</i>	Salas <i>Cape Town</i> e <i>Maputo</i> (aberta)
Piso 4	Sala <i>Rio de Janeiro</i>	Salas <i>Caracas</i> e <i>Buenos Aires</i> (aberta)
Piso 3	Serviços Administrativos Pestana	Salas <i>Tóquio</i> e <i>Nova Deli</i> (aberta)
Piso 2	Serviços Administrativos Pestana	Salas <i>Sidney</i> e <i>Wellington</i> (aberta)
Piso 1	Salas <i>Paris</i> e <i>Londres</i>	Salas <i>Berlim</i> e <i>Madrid</i> (aberta)
Piso CF	Sala <i>Lisboa</i>	Sala <i>Funchal</i>

A sala *Cape Town* localizada na ala Norte do 5º andar do hotel, com área de pavimento de 90 m², pé direito de 3 metros, com paredes e tetos na cor clara, mobiliário na cor castanho, pavimento revestido em cor encarnada, e um tempo de utilização anual de 2024 horas, representado um consumo de 1530 kWh/ano, tais como salas, *Caracas*, *Tóquio*, *Sidney*, *Berlim*, que as características construtivas, decorativas e de utilização são idêntica à sala *Cape Town*.

A sala *Cape Town*, têm instaladas 14 luminárias do tipo régua, suspensas no teto, com balastro eletrónico, classe A2, não reguláveis, equipados com (FT5) *HO 49W/840 Osram*, fluxo luminoso de 4310 lm, IRC=80 e Tc=4000K (luz branca), proporcionando iluminação direta.

O espaço considerado utiliza-se para projeção de imagens, uma tela e o projetor suspenso no teto, dispendo ainda de um mini quadro e quadro assente na parede e está equipado com 10 lâmpadas (FCI) *7W/825 Osram*, fluxo luminoso de 380 lm, IRC=80, Tc=2500K (luz quente), distribuídas nas zonas ântero-lateral da sala (5 lâmpadas para iluminação do quadro e outras 5 para iluminação decorativa).

Na sala *Cape Town*, não existe qualquer tipo de sistema de gestão de iluminação, sendo apenas utilizado um interruptor simples para comutação *on/off*. As salas *Paris*, *Londres* e *Funchal*, tem utilização idêntica à sala *Cape Town*.

A sala *Luanda* localizada na ala Centro e Sul do 5º andar do hotel, com área de pavimento de 61,41 m², pé direito de 2,8 metros, com paredes e tetos na cor clara, mobiliário na cor castanho, pavimento revestido em cor encarnada, e um tempo de utilização anual de 2024 horas, representado um consumo de 1619 kWh/ano, tais como sala, *Rio de Janeiro*, que as características construtivas, decorativas e de utilização idêntica à sala *Luanda*.

A sala *Luanda*, tem instaladas 20 luminárias do tipo *Downlight*, equipadas com lâmpadas (H) 35W *Osram*, fluxo luminoso de 580 lm, IRC=80 e Tc=2900K (luz quente), são os respectivos transformadores da marca *Vossloh Schwabe Liteline Type EST 10-60W/12,633*.

Na sala *Luanda*, utiliza-se para projeção de imagens, uma tela e o projetor suspenso no teto, dispondo ainda de um mini quadro e uma tela. Nesta sala, existe um sistema de contro manual, denominado de potenciômetro para regulação do fluxo luminoso, permite realizar funções de aceso/apagado.

A sala *Paris* localizada na ala Centro e Sul do 1º andar do hotel, com área de pavimento de 61,45 m², pé direito de 2,8 metros, com paredes e tetos na cor clara, mobiliário na cor castanho, pavimento revestido em cor encarnada, e um tempo de utilização anual de 2024 horas, representado um consumo de 1137 kWh/ano.

A sala *Paris*, têm instaladas 12 luminárias do tipo *Downlight*, com balastro ferromagnético, classe C, equipadas com (FCNI) 18W *Osram*, fluxo luminoso de 1200 lm, com IRC=80 e Tc=4000K (luz branca).

A Sala *Londres* localizada na ala Centro e Sul do 1º andar do Hotel, com área de pavimento de 41,04 m², pé direito de 3 metros, com paredes e tetos na cor clara, mobiliário na cor castanho, pavimento revestido em cor encarnada, e um tempo de utilização anual de 2024 horas, representado um consumo de 758 kWh/ano,.

A Sala *Londres*, tem instaladas 8 luminárias do tipo *Downlight*, com balastro ferromagnético, classe C, equipadas com (FCNI) 18W *Osram*, fluxo luminoso de 1200 lm, com IRC=80 e Tc=4000K (luz branca).

A sala *Lisboa* localizada no piso CF, com área de pavimento de 190 m², pé direito de 2,8 metros, com paredes e tetos na cor clara, mobiliário na cor castanho, pavimento revestido em cor azul, e um tempo de utilização anual de 2024 horas, representado um consumo de 5078 kWh/ano.

A sala *Lisboa*, tem instaladas 36 luminárias do tipo *Downlight*, com balastro ferromagnético, classe C, equipadas com (FCNI) 26W *Osram*, fluxo luminoso de 1800 lm, com IRC=80 e

Tc=4000K (luz branca), consta ainda de uma luminária, com balastro ferromagnético, classe C, equipadas com (FT8) 58W/840 *Osram*, fluxo luminoso de 5000 lm, IRC=80 e Tc=4000K (luz branca).

4.4.4 Recepção e Restaurante Panorâmico

A recepção do hotel (localizado na rés-do-chão), com área de pavimento de 47 m², pé direito de 3 metros, com paredes e tetos na cor clara, mobiliário na cor castanho claro, pavimento revestido em cor encarnada, e um tempo de utilização anual de 6935 horas, representado um consumo de 1956 kWh/ano.

A recepção, têm instaladas luminárias do tipo *Downlight*, equipadas com *LEDs* e lâmpadas (H). Os *LEDs* instalados são 16 Lâmpadas *LEDs GU10/3W Lifetech*, fluxo luminoso de 130 lm, IRC=80 e Tc=3000K (luz quente), consta ainda de 11 lâmpadas (H) 20W *Osram*, fluxo luminoso de 229 lm, IRC=100, Tc=3000K (luz quente), com um transformador da marca *Vossloh Schwabe Liteline Type EST 10-60W/12,633*.

Não existe qualquer tipo de sistema de gestão de iluminação, sendo apenas utilizado um interruptor simples para comutação *on/off*.

Neste hotel, existem 4 espaços de restauração, mas apenas o restaurante panorâmico, será objeto de um estudo, fase à eventual requalificação da sua instalação de iluminação.

O restaurante panorâmico (localizado no piso -1), com área de pavimento de 852 m², pé direito de 6 metros, com paredes e tetos na cor clara, mobiliário na cor castanho claro, pavimento revestido em cor azul, e um tempo de utilização anual de 6935 horas, representado um consumo de 39700 kWh/ano.

No restaurante Panorâmico encontram-se instaladas 45 Luminárias, do tipo modular multi-lâmpada encastrável no teto, equipadas com 3 lâmpadas, sendo duas (INC) e uma outra de (IM). As lâmpadas (INC) 35W *Osram*, permitem a regulação contínua de fluxo luminoso emitido, com fluxo luminoso de 382 lm, IRC=100 e Tc=2900K (luz quente). As lâmpadas (IM) 70W/942 *Osram, Power Ball HCI – PAR 30*, fluxo luminoso de 4000 lm, IRC=90 e Tc=4200K (luz neutra).

O restaurante panorâmico está equipado com uma mesa de comando de iluminação digital com comando manual de 12 canais, DMX512 da marca *ADB*, para as luminárias de teto e palco.

4.4.5 Escritório de Contabilidade

O escritório de contabilidade “*Pestana Managements – Serviços de Gestão, S.A*” (localizado no piso -1), com área de pavimento de 373 m², pé direito de 2,8 metros, com paredes e tetos na cor clara, mobiliário na cor castanho claro, pavimento em madeira, e um tempo de utilização anual de 2530 horas, representado um consumo de 18493 kWh/ano.

Neste local existem instaladas 58 luminárias do tipo encastradas, equipadas com balastro ferromagnético, classe C, equipadas com 4 (FTLD) 18W/827 *Osram*, com fluxo luminoso de 1350 lm, IRC=80 e Tc=2700K (luz quente), consta ainda a utilização de 44 luminárias, *Downlight*, com balastro ferromagnético, classe C, equipado com 2 lâmpadas (FCNI) 13W/827 *Osram*, 2 pinos, fluxo luminoso de 900 lm, IRC=80 e Tc=2700K (luz quente).

No espaço em análise, não existe qualquer sistema de gestão de iluminação para regulação do fluxo luminoso pelas lâmpadas, sendo apenas utilizado comutadores de lustres para a sua comutação *on/off*.

4.4.6 Corredores de Clientes

A iluminação dos corredores dos clientes (acesso aos quartos, escadas e espaços públicos), com paredes e tetos na cor clara, pavimento revestido na cor encarnada, e um tempo de utilização anual de 8760 horas, representado um consumo de 215970 kWh/ano.

De entre os espaços anteriormente referidos, nos corredores de acesso aos quartos, suites e salas de reunião, das luminárias instaladas, foram desligadas cerca de 50% (com equipamentos ligados e desligados alternadamente), sendo os mesmos do tipo *Downlight*, com balastro ferromagnético, classe C, equipadas com 2 lâmpadas (FCNI) 26W/840 *Osram*, 2 pinos, fluxo luminoso de 3600 lm, IRC=80 e Tc=4000K (luz branca).

Nos quartos encontram-se instaladas 379 luminárias decorativas, com balastro ferromagnético, classe C, equipado com (FCNI) 7W/840 *Osram*, 2 pinos, fluxo luminoso de 400 lm, IRC=80 e Tc=4000K (luz branca).

No espaço em análise, não existe qualquer sistema de gestão de iluminação, sendo utilizado apenas um interruptor no quadro para comutação *on/off*.

4.4.7 Análise Crítica aos Sistemas de Iluminação Instalados

O atual sistema de iluminação tem um consumo de energia superior ao desejável, e igualmente, não cumpre os níveis de iluminação recomendados pela norma EN 12464-1. O excessivo consumo de energia, está diretamente relacionado com a utilização de equipamento/auxiliares poucos eficientes, nomeadamente a utilização de balastros ferromagnéticos, sendo esse “vício” muito frequente por parte das empresas instaladoras, uma vez que apresentam preços mais atrativos face aos equipamentos mais eficientes, e, como tal, originam maiores consumos de energia.

Para um estudo mais detalhado e rigoroso, recorreu-se a um luxímetro no qual foram registados valores pontuais de iluminância (grelha) em que mais tarde foram comparados com os valores pontuais artificiais simulados no programa *Dialux@*, com a finalidade de avaliar a qualidade da iluminância dos diversos espaços representativos se é fraca, média ou boa.

Na Tabela 4.3 pode-se observar os níveis quantitativos de iluminação, em que alguns espaços representativos têm uma iluminância fraca.

A discrepância que os valores pontuais medidos e os valores pontuais simulados apresentam, deve-se nomeadamente ao tipo mobiliário, cores dos tetos, paredes, pavimentos, localização das janelas, áreas dos envidraçados, tipo e cor dos cortinados e em particular a depreciação do fluxo luminoso. Esta depreciação consiste na redução progressiva de fluxo luminoso emitido por uma lâmpada ao longo do seu período de funcionamento, a qual depende do tipo de lâmpada. A depreciação do fluxo luminoso, resulta ainda de eventuais sujidades, que relacionam o fluxo emitido no fim de período de manutenção da luminária e o fluxo inicial da mesma, denominado de fator de manutenção. Apesar de o espaço em estudo ser um ambiente limpo, o envelhecimento das lâmpadas e algum pó que se acumula nos equipamentos, limita o fluxo luminoso (Silva, 2013).

Tabela 4.3 – Avaliação quantitativa dos valores pontuais medidos e simulados de iluminância

Local	Espaço	Média Quantitativa pontual medida localmente de iluminância (Luxímetro)	Média Quantitativa pontual de iluminância pelo programa (Dialux)
Quarto de Hospédes (153)	Quarto de Dormir	Média	Boa
	Instalações Sanitárias	Fraca	Média
	Casa de Banho	Média	Boa
Suite (181)	Sala	Média	Boa
	Quarto de Dormir	Média	Boa
	Instalações Sanitárias	Fraca	Média
	Casa de Banho	Média	Média
Suite (503)	Sala	Média	Boa
	Quarto de Dormir	Média	Boa
	Instalações Sanitárias	Média	Boa
	Casa de Banho	Fraca	Média
	Duche	Média	Boa
Salas de Reunião	Sala Cape Town	Média	Média
	Luanda	Fraca	Fraca
	Paris	Fraca	Fraca
	Londres	Fraca	Fraca
	Lisboa	Fraca	Fraca
Outros Espaços	Receção	Fraca	Fraca
	R. Panorâmico	Boa	Boa
	E. Contabilidade	Média	Boa
	CorredoresdeClientes	Fraca	Boa

No capítulo seguinte, apresenta-se um modelo energético para os espaços representativos que visa não só cumprir a EN12464-1, como também os requisitos de densidade de potência. Ainda apresenta-se um modelo energético para produção águas quentes sanitárias e aquecimento, bem como a produção de energia elétrica

5 Modelo Energético

Neste capítulo propõe-se um novo modelo energético, centrado nas áreas de iluminação, produção de AQS e aquecimento, tendo com fonte primária a biomassa e produção de energia elétrica por sistema fotovoltaico, sendo analisado a sua viabilidade económica.

5.1 Partes Principais do Modelo Energético

A proposta de melhorar a eficiência energética da unidade hoteleira baseia-se em três áreas: iluminação, produção de AQS e aquecimento, e produção de energia elétrica, Figura 5.1. A iluminação centra-se em alguns dos espaços, como os quartos de hóspedes, suites, salas de reunião/conferência, receção, restaurante panorâmico, escritório de contabilidade e corredores de clientes. Outra área consiste na implementação de um sistema térmico para produção de AQS e aquecimento, e por fim implementação de um sistema de produção de energia elétrica, como contributo para sustentabilidade e eficiência energética.

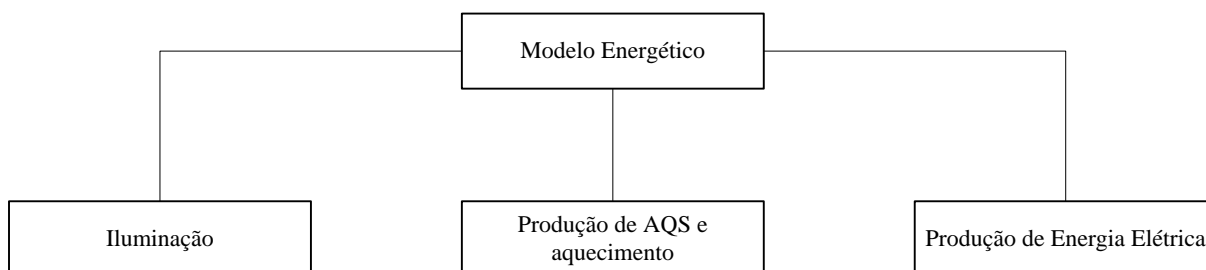


Figura 5.1 - Modelo energético para o caso de estudo

5.1.1 Iluminação e Metodologia

A análise da área da iluminação dos espaços do hotel foi efetuada com recurso ao *Software Dialux®*, de acordo com norma EN 12464-1 e com os requisitos de iluminância e densidade potência da certificação energética. Nas soluções propostas para os espaços referidos, foi tida em consideração os requisitos luminotécnicos pretendidos como, essencialmente, a utilização dos

“ocos” praticados em tetos falsos fase a instalação das luminárias a remover, a fim de evitar trabalhos suplementares de construção civil, com os custos daí resultantes.

Para o cálculo da densidade de potência, recorreu-se ainda aos critérios dos contratos públicos ecológicos da UE relativos à iluminação interior, baseados em critérios fundamentais e complementares, de modo a enquadrar o sistema instalado (EU, 2011).

Em todas as soluções propostas, foram sempre tidas em consideração, critérios complementares, embora em alguns espaços não fosse possível de acordo com o sistema instalado. Os critérios complementares destinam-se a adquirir os melhores produtos disponíveis no mercado. Exigem um esforço adicional do custo em relação a outros produtos com a mesma função. Enquanto, os critérios fundamentais exigem apenas um pequeno esforço de verificação adicional ou um ligeiro aumento de custos.

Ao longo de várias visitas ao hotel, foi efetuado o levantamento da iluminação, as medições pontuais de iluminância com recurso ao luxímetro, a caracterização da iluminação instalada e por fim, análise crítica aos sistemas instalados, procedeu-se à simulação dos diversos espaços com recurso ao *software Dialux@* (DIAL, 2013).

Para realização das simulações, foi necessário solicitar os *plug-in* de algumas lâmpadas, aos fabricantes, uma vez que os catálogos disponibilizados não se encontravam atualizados. Ainda, se consultaram comercias nesta área, para discussão de marcas/preços e soluções adequadas.

Seguidamente, escolheu-se como espaços representativos o quarto 153, a suite 181, a suite 503, a sala *Cape Town*, a sala *Luanda*, a sala *Paris*, a sala *Londres*, a sala Lisboa, a receção, o restaurante panorâmico, o escritório de contabilidade e o corredor de clientes, os quais serão alvo de uma simulação em 3D, com recurso ao *Software Dialux@*, tendo em conta as características da geometria dos espaços, montagem (encastrada/ saliente), o coeficiente de reflexão das superfícies (paredes, chão, teto e mobiliário).

Após realizada a simulação, é emitido um relatório, em que consta os níveis médios de iluminância. A partir dos níveis de iluminação, recorreu-se à verificação dos níveis de iluminância e requisitos da densidade de iluminação. Para finalizar o processo de cada espaço, determina-se o investimento, bem como o período de retorno do investimento (PRI).

5.1.2 Quarto de Hóspedes

Com base no quarto de hóspedes, definido como tipologia de novo, dando cumprimento à norma pode observar-se o sistema de iluminação artificial instalado do quarto de hóspedes 153, simulado no programa *Dialux*® (DIAL, 2013), Figura 5.2.

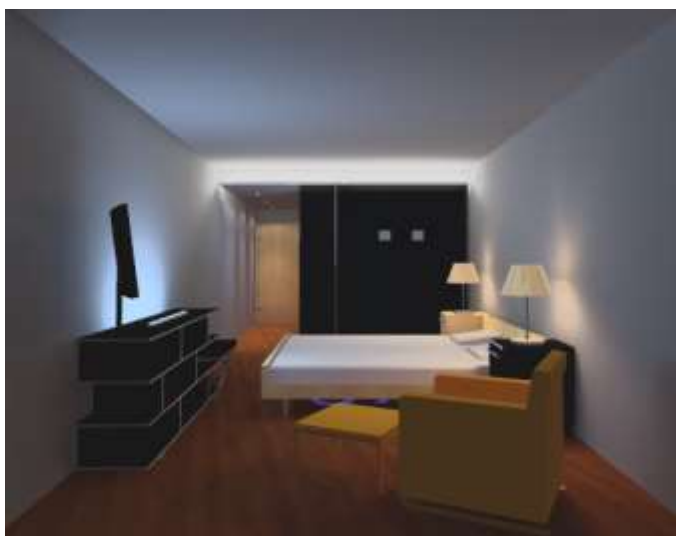


Figura 5.2 - Perspetiva geral da iluminação artificial instalada do quarto de hóspede (153).

A iluminância que o programa *Dialux*® prevê para o quarto de hóspedes apresenta-se na Figura 5.3, é justificado pelo sistema de iluminação artificial instalado. Obtém-se uma iluminância média de 103 lux para o quarto, 194 lux para as instalações sanitárias e 223 lux para a casa de banho.

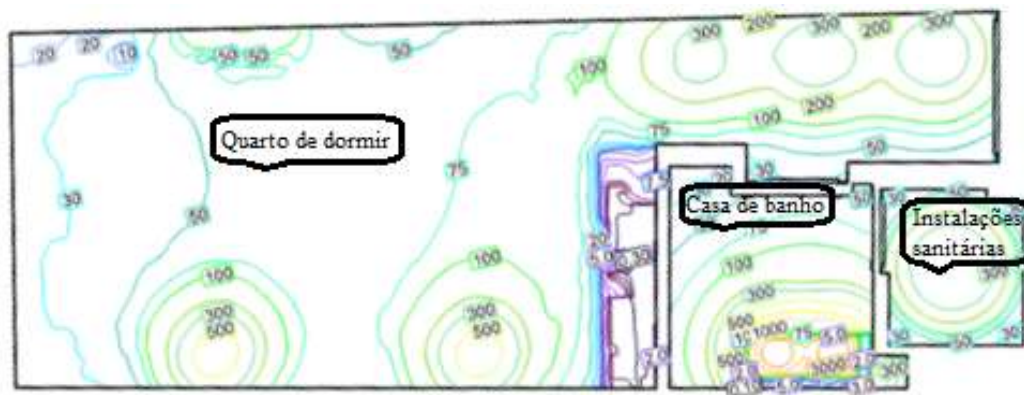


Figura 5.3 - Iluminação instalada, assegurada pelo sistema de iluminação artificial do quarto de hóspedes.

A iluminância instalada, conforme o sistema de iluminação artificial, apenas não verificou o cumprimento da norma EN 12464-1 para as instalações sanitárias. Comparando-se os níveis pontuais de iluminância medidos e os obtidos pela simulação, chegou-se à conclusão de que as diferenças desses valores são insignificantes, pelo que, de um modo geral, propõe-se gradualmente a substituição das lâmpadas atualmente instaladas à medida que as mesmas deixem de funcionar, por outras mais eficientes.

A solução proposta, assenta na substituição das lâmpadas fluorescentes tubulares e (H). Para os quartos equipados com (FT5), como acontece no primeiro andar, a substituição das lâmpadas tubulares não é viável, uma vez que não existe no mercado outra gama mais eficiente. Para as lâmpadas (H) 20W e 35W, instaladas no corredor do quarto, casa de banho e instalações sanitárias, a opção de substituição são lâmpadas *LED Osram, PAR16 35/827* para corredor de clientes e casa de banho, potência de 4,8W, Tc=4000K (luz branca), fluxo luminoso de 275 lm e IRC=80, e nas instalações sanitárias são as *PAR16 75/840*, potência de 10,5W, Tc=4000K (luz branca), fluxo luminoso de 540 lm e IRC=80 (OSRAM, 2013).

Para os quartos equipados com (FTLD), no 2º, 3º, 4º e 5º andar, a opção de substituição são os tubos *LED Osram, SubstiTUBE Advanced*, potência de 30W, Tc=4000K (luz branca), fluxo luminoso de 3300 lm e IRC=80 (OSRAM, 2013), com menos potência do que as iniciais, vida média até 40.000 horas, não contém mercúrio e tornando uma escolha energeticamente eficaz e amiga do ambiente. Os níveis de iluminância para solução proposta, asseguram o cumprimento da norma EN 12464-1, como também os requisitos do SCE Figura 5.4.



Figura 5.4 - Iluminância proposta, assegurada pelo sistema de iluminação artificial do quarto de hóspedes.

Para os quartos, designados com tipologia de antigo, não foi possível através do sistema de iluminação instalado, propor um novo sistema de iluminação de forma a garantir os níveis de

iluminação da norma EN 12464-1. Apenas, é possível propor para as instalações sanitárias e casa de banho. As luminárias a implementar para os espaços referidos são as mesmas para os quartos designados com tipologia de novo. Recomenda-se e aquando o hotel for alvo de remodelações, a implementação da proposta mencionada para os quartos novos. Na Tabela 5.1, pode-se observar a verificação dos níveis de iluminação mencionados para a proposta, cumprindo os requisitos legislativos.

Tabela 5.1 - Verificação dos níveis de iluminação para os quartos de hóspedes.

Local	Espaço	DPI (W/m²)	Iluminância (lux) Projeto	Iluminância (lux) EN 12464-1	Máximo (lux) (+30%)	Conformidade SCE
Quarto de Hóspedes (153 - 1º andar)	Quarto de Dormir	8,53	118	100	130	Regulamentar
	Instalações Sanitárias	6,29	241	200	260	
	Casa de Banho	1,60	260	200	260	
Quarto de Hóspedes (2º, 3º, 4º e 5º andar)	Quarto de Dormir	6,12	106	100	130	
	Instalações Sanitárias	6,29	242	200	260	
	Casa de Banho	1,60	225	200	260	

O cumprimento dos requisitos da densidade de potência, apresenta-se na Tabela 5.2. É de elevada importância salientar, que a iluminação proposta para os quartos de hóspedes do 2º, 3º, 4º e 5º andar é baseada em critérios complementares. Enquanto, a solução proposta para o quarto de dormir do 1º andar é baseada apenas em critérios fundamentais, os restantes espaços representativos, nomeadamente instalações sanitárias e casa de banho também cumprem os critérios complementares.

Tabela 5.2 - Requisitos da densidade de potência para os quartos de hóspedes.

Local	Espaço	DPI [W/m²]	Disponibilidade de Luz Natural	Ref. DPI/100LUX [(W/m²)/100lux]	Iluminância (lx) Projeto	Máx DPI (W/m²)	Conformidade SCE
Quarto de Hóspedes (153 - 1º andar)	Quarto de Dormir	8,53	1	7,5	118	8,85	Regulamentar
	Instalações Sanitárias	6,29		4,0	241	9,64	
	Casa de Banho	1,60		4,0	260	10,4	
Quarto de Hóspedes (2º, 3º, 4º e 5º andar)	Quarto de Dormir	6,12		6,0	106	6,36	
	Instalações Sanitárias	6,29		4,0	241	9,64	
	Casa de Banho	1,60		4,0	260	10,4	

Um dos aspetos mais importante do presente estudo, consiste na análise da viabilidade económica, para tal, como anteriormente se referiu, considera-se para os quartos, a taxa anual de ocupação média de 70%.

A proposta de melhoria energética da iluminação dos quartos de hóspedes, representa um investimento de 33 940 € com um PRI de 1,52 anos, apresenta um potencial de poupança anual de 159 116,2 kWh, redução no consumo de 59,6%. Através da análise económica pode-se concluir que este investimento é favorável, não só pelo consumo de energia, mas também pela poupança significativa da diminuição de CO₂, Tabela 5.3.

Tabela 5.3 - Viabilidade económica da solução proposta para os quartos de hóspedes.

Iluminação	Consumo de Energia (kWh/ano)	Custos Anuais (€)	Emissões de CO ₂ (kg de CO ₂)	Investimentos (€)	PRI(anos)
Instalada	266589,72	37 375,88	38388,992	-	-
Proposta	107473,52	15067,79	15476,187	33939,18	1,52

5.1.3 Suites

Como referido na secção 4.4.2, existem dois espaços seleccionados para representar as suites. Na sequência da análise do sistema de iluminação, apresentam-se propostas de alteração da iluminação para as suites seleccionadas. Na Figura 5.5, pode-se observar o sistema de iluminação artificial instalado da Suite 181 simulado no programa *Dialux*®. Para a Suite 503, o sistema de iluminação artificial instalado, apresenta-se na Figura 5.6.



Figura 5.5 - Perspetiva geral da iluminação artificial instalada da suite 181:(a) sala; (b) quarto de dormir.



Figura 5.6 - Perspetiva geral da iluminação artificial instalada da suite 503: (a) quarto de dormir;(b)sala.

Relativamente à suite 181, conforme representado na Figura 5.7, o cálculo simulado conduz nos aos seguintes níveis médios de iluminância de 133 lux para o quarto, 176 lux para a sala, 131 lux para a casa banho e 193 lux para as instalações sanitárias, com base na iluminação instalada.

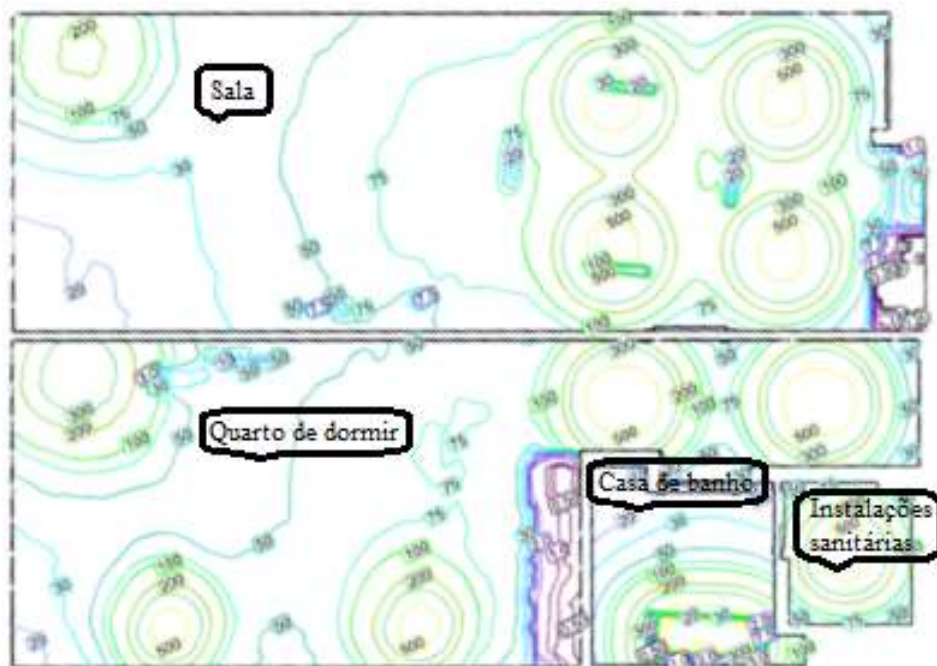


Figura 5.7 - Iluminância instalada da suite 181, do sistema de iluminação artificial.

Tendo-se em consideração os valores resultantes das simulações efetuadas, de acordo com os valores simulados, pode-se concluir que os valores de iluminância do quarto e da sala da suite 181, estão de acordo com a norma EN 12464-1, não se verificando esse cumprimento no espaço da casa de banho e instalações sanitárias.

Para as suites do 1º andar, a solução proposta consiste na substituição das lâmpadas (H), das quais encontram-se instaladas na sala, corredor do quarto, instalações sanitárias e casa de banho com potências de 35W e 50W, a opção de substituição são as lâmpadas *LED Osram, PAR16 35/840* para a sala, *PAR16 20/840* para o corredor do quarto, *PAR16 75/840* e *PAR16 35/840* para a casa de banho e *PAR16 75/840* para as instalações sanitárias, cujas características das lâmpadas *LED* são idênticas as do quarto de hóspedes (OSRAM, 2013).

Na casa de banho, não foi possível garantir o cumprimento dos requisitos dos níveis de iluminação, como alternativa, surge a necessidade de equipar com uma nova luminária ao centro do respetivo espaço, a *PAR16 35/840*. As luminárias junto ao espelho, devem ser equipadas com *PAR16 75/840*. Assim todos os espaços da suite passam a estar em conformidade, Figura 5.8.

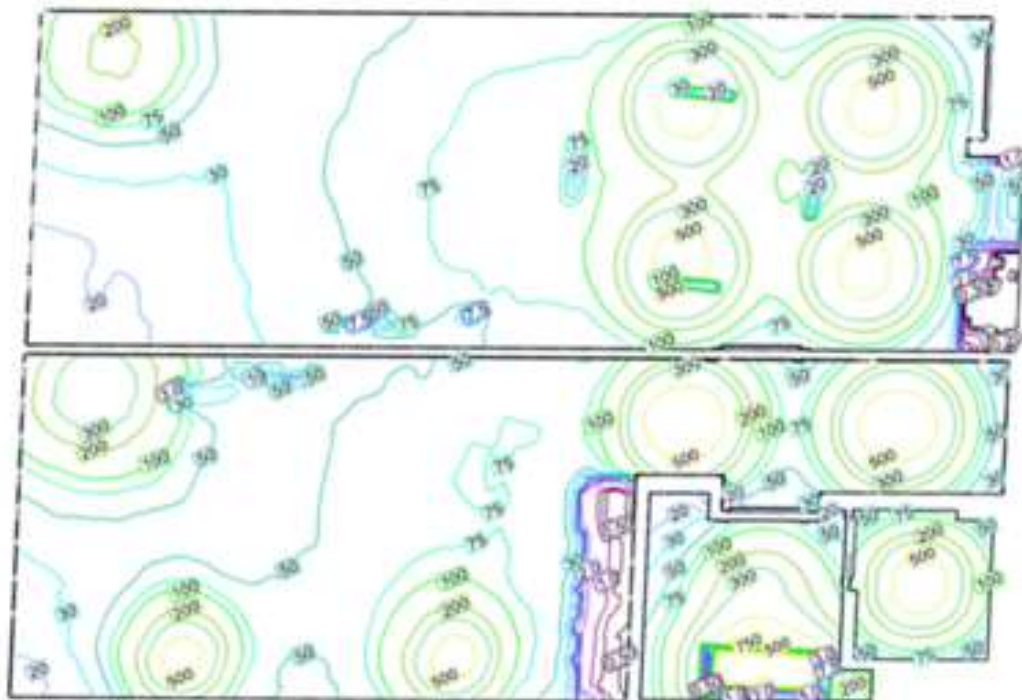


Figura 5.8 - Iluminância proposta para suite 181, assegurada pelo sistema de iluminação artificial.

Para as suites, designadas com tipologia de antigas (ala Norte, 2º,3º,4º e 5ºandar), não foi possível através do sistema de iluminação instalado, propor um novo sistema de iluminação de forma a garantir os níveis de iluminação da norma EN 12464-1. Apenas, foi possível garantir os níveis de conformidade nas instalações sanitárias e casa de banho. Recomenda-se, aquando o hotel for alvo de remodelações, a implementação da proposta mencionada da suite 181.

Para a suite 503, a iluminância média instalada determinada pelo sistema de iluminação artificial, foi de 124 lux para o quarto, 195 lux para a sala, 174 lux para a casa banho e 226 lux para as instalações sanitárias e 298 lux para o duche, Figura 5.9.



Figura 5.9 - Iluminância instalada para a suite 503, assegurada pelo sistema de iluminação artificial.

De acordo com os valores simulados, pode-se concluir que os valores de iluminância do quarto e da sala da suite 503, instalações sanitárias e duche, estão de acordo com norma EN 12464-1, verificando-se apenas incumprimento ao nível da casa de banho. Comparando-se os níveis pontuais de iluminância medidos e os obtidos pela simulação, chegou-se a conclusão de que as diferenças desses valores deve-se ao facto de ter existir mais uma luminária ao centro do respetivo espaço, para as casas de banho das suites 181 e 503.

Para as suites do 2º,3º,4º e 5º andar, com as mesmas dimensões da suite 503, a solução proposta consiste na substituição das lâmpadas fluorescentes tubulares e (H). As lâmpadas (H), encontram-se instaladas na sala, corredor do quarto, instalações sanitárias, casa de banho e duche com potência de 35W e 50W, a opção de substituição são as lâmpadas *LED Osram, PAR16 35/840* para sala, *PAR16 75/840* para casa de banho, cujas características das lâmpadas *LED* são idênticas aos dos quartos de hóspedes. Para as instalações sanitárias e duche, a opção de substituição as *PAR16 50/840*, potência de 7W, Tc=4000K (luz branca), fluxo luminoso de 400 lm e IRC=80 (OSRAM, 2013). Esta escolha é energeticamente mais eficiente, uma vez que consome menos potência do que as iniciais e apresenta uma vida média superior as 24.000 horas de funcionamento.

Para as lâmpadas (FT8) no 2º, 3º, 4º e 5º andar, a opção de substituição assenta em aproveitar armadura instalada e instalar adaptadores T8-T5 com refletor, balastro eletrónico, classe A1, equipados (FT5) *HO 49W/840 Osram*, Tc=4000K (luz branca), fluxo luminoso de 4450 lm e IRC=80 (OSRAM, 2013). Os níveis de iluminância para solução proposta, asseguram a norma EN 12464-1, como também os requisitos do SCE, apresenta-se na Figura 5.10.

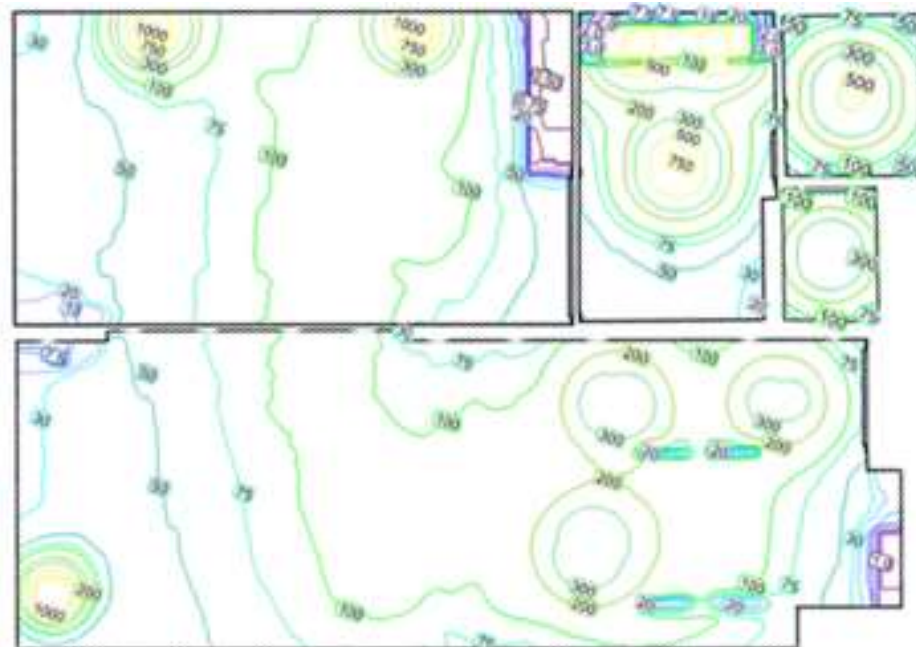


Figura 5.10 - Iluminância, assegurada pelo sistema de iluminação artificial proposta para suite 503.

Na Tabela 5.4, apresenta-se os níveis de iluminação das suítes, onde se pode observar o cumprimento da legislação vigente com os níveis de iluminação proposto, representativos das suítes novas 181 e 503.

Tabela 5.4 - Verificação dos níveis de iluminação para as suítes.

Local	Espaço	DPI (W/m ²)	Iluminância (lux) Projeto	Iluminância (lux) EN 12464-1	Máximo (lux) (+30%)	Conformidade SCE
Suite 181	Sala	6,62	128	100	130	Regulamentar
	Quarto de Dormir	8,11	127	100	130	
	Instalações Sanitárias	6,29	242	200	260	
	Casa de Banho	6,90	238	200	260	
Suite 503	Sala	6,64	102	100	130	Regulamentar
	Quarto de Dormir	8,58	120	100	130	
	Instalações Sanitárias	4,49	206	200	260	
	Casa de Banho	5,52	212	200	260	
	Duche	7,82	242	200	260	

O cumprimento dos requisitos da densidade de potência, apresenta-se na Tabela 5.5. A solução proposta para suite 181 é baseada apenas em critérios fundamentais, para o quarto de dormir, os restantes espaços representativos, nomeadamente sala de estar, instalações sanitárias e casa de banho cumprem os critérios complementares. Em relação, a iluminação proposta para a suite 503 é baseada apenas em critérios fundamentais, sala de estar e quarto de dormir, os restantes espaços são baseados em critérios complementares.

Tabela 5.5 - Requisitos de densidade de iluminação para as suítes.

Local	Espaço	DPI[W/m ²]	Disponibilidade de Luz Natural	Ref. DPI/100LUX [(W/m ²)/100lux]	Iluminação (lx)Projeto	Máx DPI (W/m ²)	Conformidade SCE
Suite 181	Sala de Estar	6,65	1	6,0	128	7,68	Regulamentar
	Quarto de Dormir	7,73		7,5	127	9,525	
	Instalações Sanitárias	6,29		4,0	242	9,68	
	Casa de Banho	6,90		4,0	238	9,52	
Suite 503	Sala de Estar	6,64	1	7,5	102	7,65	Regulamentar
	Quarto de Dormir	8,58		7,5	120	9	
	Instalações Sanitárias	4,49		4,0	206	8,24	
	Casa de Banho	5,52		4,0	212	8,48	

Procedeu-se à avaliação económica da solução proposta, para tal fez-se uma avaliação económica, com base numa taxa de ocupação de 70%, relativamente ao ano de 2013, apresentando os valores de investimento PRI, Tabela 5.6.

A proposta de melhoria energética na iluminação das suites, representa um investimento de 9 388,14 € com um PRI de 2,68 anos, apresenta um potencial de poupança anual de 24 953,92 kWh/ano, redução no consumo de 71,3%. Através da análise económica pode-se concluir que este investimento é favorável, não só pelo consumo de energia, mas também pela poupança significativa da diminuição de CO₂.

Tabela 5.6 - Viabilidade económica da solução proposta para as suites.

Iluminação	Consumo de Energia (kWh/ano)	Custos Anuais (€)	Emissões de CO ₂ (kg de CO ₂)	Investimentos (€)	PRI(anos)
Instalada	59945,92	8404,42	8632,2	-	-
Proposta	34992	4905,88	5038,85	9388,14	2,68

5.1.4 Salas de Reuniões / Conferência

Conforme já referido, o hotel possui diversas salas e optou-se por realizar um estudo para cada destes espaços.

Na Figura 5.11, pode observar-se o sistema de iluminação artificial instalado da sala *Cape Town*, que é representativa das salas *Caracas*, *Tóquio*, *Sidney* e *Berlim*.



Figura 5.11 - Iluminância da sala *Cape Town*, assegurada pelo sistema de iluminação artificial instalado.

A sala *Cape Town* apresenta uma iluminância média de 307 lux, confirmado pelo sistema de iluminação artificial instalado, efetuado pelo programa *Dialux*®.

De acordo com os valores simulados, a sala *Cape Town* não cumpre os requisitos da EN 12464-1. Por consequência, os valores pontuais medidos também não cumprem os requisitos. Assim sendo, houve a necessidade de instalar uma fileira dupla ao centro da mesa, procurando manter o design. As luminárias a instalar são 8 *ALANIS* da marca *BPMLighting* (BPMLighting, 2013), balastro eletrónico, equipados com (FT5) *HO 49W/840 Osram*, fluxo luminoso de 4450 lm, IRC=80 e Tc=4000K (luz branca) (OSRAM, 2013), oferecendo iluminação direta.

Para as FCI do quadro, optou-se pela sua remoção e instalação de 3 luminárias *Alanis*, com as mesmas características das referenciadas acima para o centro da mesa Figura 5.12.



Figura 5.12 - Novo design da sala *Cape Town*, assegurada pelo sistema de iluminação artificial proposto.

Para o uso de projeção na tela, a iluminação no quadro não se justifica, como tal, optou-se por substituir o interruptor simples por um botão de pressão com 4 teclas (HAGER, 2013), ou seja circuitos independentes, em que o utilizador, pode escolher manualmente os circuitos que pretende ligar/desligar, conforme o tipo de atividade, ou a necessidade de luminosidade. Nesta sala, deve ainda constar um sensor de presença, ao centro da sala (HAGER, 2013).

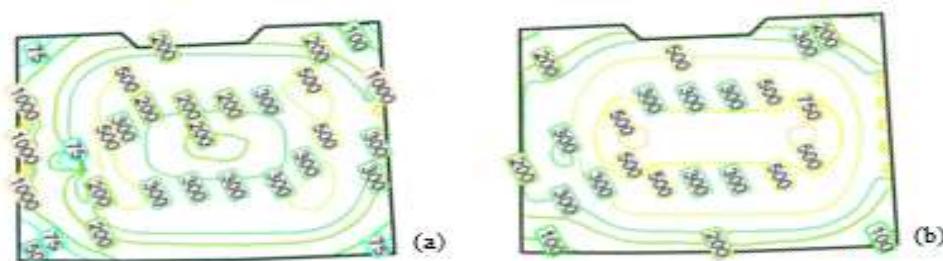


Figura 5.13 - Iluminância da sala *Cape Town*, assegurada pelo sistema de iluminação artificial: (a) instalado; (b) proposto.

Na Figura 5.13 pode-se observar os níveis de iluminância instalados e propostos, assegurados pelo sistema de iluminância artificial, *Dialux*®. A solução proposta para a sala *Cape Town*,

apresenta uma iluminância média de 516 lux, conferindo pelo sistema de iluminação artificial proposto, determinado usando o *Dialux*®.

Para as salas *Luanda* e *Rio de Janeiro* foi analisado o sistema de iluminação artificial instalado e simulado no programa *Dialux*®, Figura 5.14.



Figura 5.14 - Iluminância da Sala Luanda, assegurada pelo sistema de iluminação artificial instalado.

As salas *Luanda* e *Rio de Janeiro* apresentam uma iluminância média de 122 lux, confirmado pelo sistema de iluminação artificial instalado, efetuado pelo programa *Dialux*®.

De acordo com os valores simulados, as salas *Luanda* e *Rio de Janeiro* não cumprem os requisitos da EN 12464-1, verificando-se que os valores pontuais medidos também não cumprem. Na Figura 5.15 pode observar-se os níveis de iluminância instalados e propostos, assegurados pelo sistema de iluminação artificial, *Dialux*®.

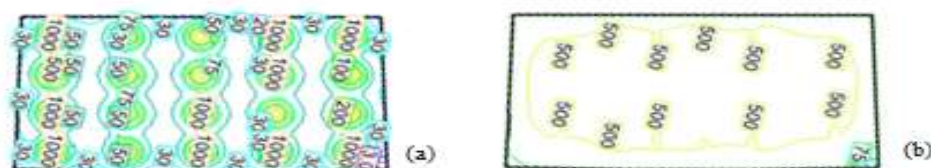


Figura 5.15 - Iluminância da sala Luanda e Rio de Janeiro, assegurada pelo sistema de iluminação artificial: (a) instalado; (b) proposto.

A solução proposta apresenta uma iluminância média de 515lux, confirmado pelo sistema de iluminação artificial proposto. As luminárias a instalar são 20 *Aircom LED circular* da marca *secomILUMINACION* equipadas por *LEDs Osram Duris E3*, balastro regulável 1-10V, potência de 20W, fluxo luminoso de 3150 lm, IRC=80 e Tc=4000K (luz branca) (*secomILUMINACION*, 2014).

Na sala *Paris*, pode observar-se os níveis de iluminância do sistema de iluminação artificial instalado e simulado no programa *Dialux*®, Figura 5.16(a). A sala *Paris* apresenta uma iluminância média de 203 lux, confirmado pelo sistema de iluminação artificial instalado. De acordo com os valores simulados, a sala *Paris* não cumpre os requisitos da EN 12464-1 e por consequência os valores pontuais medidos também não cumprem.

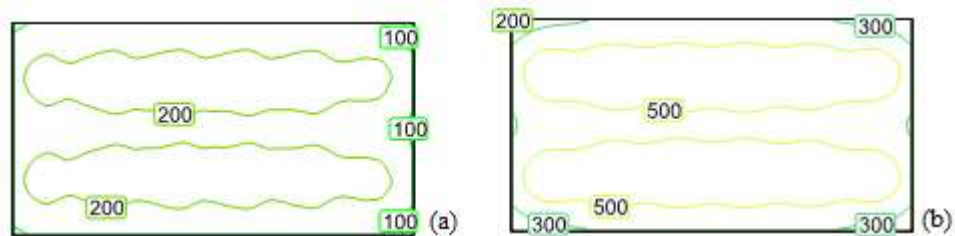


Figura 5.16 - Iluminância da sala *Paris*, assegurada pelo sistema de iluminação artificial: (a) instalado; (b) proposto.

A solução proposta para a sala *Paris* apresenta uma iluminância média de 506 lux, confirmado pelo sistema de iluminação artificial, Figura 5.16 (b). As luminárias a instalar são 12 *Aircom LED quadradas* da marca *secomILUMINACION*, balastro *Dali*, potência de 26W, fluxo luminoso de 3850 lm, IRC=80 e Tc=4000K (luz branca) (*secomILUMINACION*, 2014). Ainda se propõe que seja instalado um reóstato para regulação do fluxo luminoso (*EFAPEL*, 2015).

Para a sala *Londres* pode-se observar os níveis de iluminância do sistema de iluminação artificial instalado simulado no programa *Dialux*®, Figura 5.17(a). A sala *Londres* apresenta uma iluminância média de 204 lux, confirmado pelo sistema de iluminação artificial instalado. De acordo com os valores pontuais medidos e simulados, a sala *Londres*, não cumpre os requisitos da EN 12464-1.

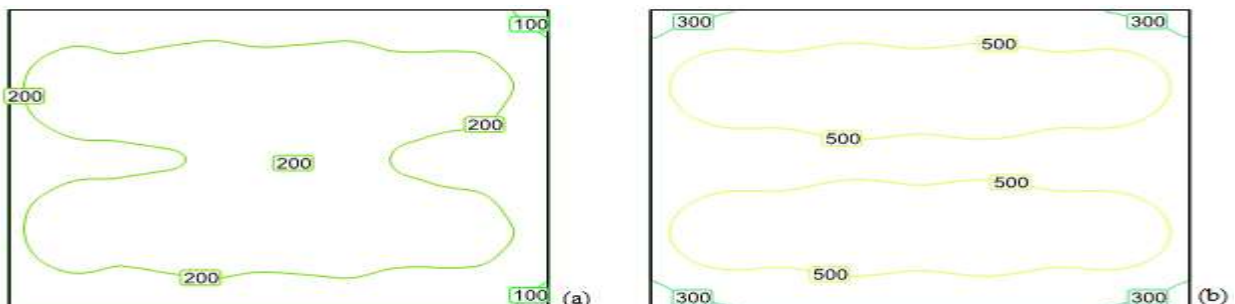


Figura 5.17 - Iluminância da sala *Londres*, assegurada pelo sistema de iluminação artificial: (a) instalado;(b) proposto.

A solução proposta para a sala *Londres* apresenta uma iluminância média de 503 lux, confirmado pelo sistema de iluminação artificial, Figura 5.17(b). As luminárias a instalar são 8 *Aircom LED quadradas* da marca *secomILUMINACION*, balastro *Dali*, potência de 26W, fluxo luminoso de 3850 lm, IRC=80 e Tc=4000K (luz branca) (*secomILUMINACION*, 2014). Ainda se propõe que seja instalado um reóstato para regulação do fluxo luminoso (*EFAPEL*, 2015).

Para sala Lisboa pode-se observar os níveis de iluminância do sistema de iluminação artificial instalado, simulado no programa *Dialux®*, Figura 5.18(a). De acordo com os valores pontuais medidos e simulados, a sala Lisboa não cumpre os requisitos da EN12464-1.

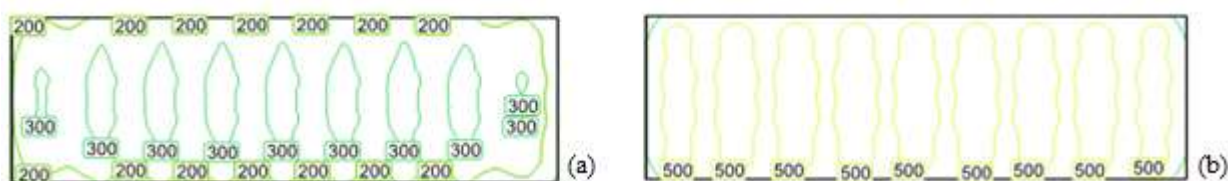


Figura 5.18 - Iluminância da sala Lisboa, assegurada pelo sistema de iluminação artificial: (a) instalado; (b) proposto.

A solução proposta para a sala Lisboa apresenta uma iluminância média de 514 lux, passando a cumprir a legislação vigente, Figura 5.18(b). As luminárias a instalar são 36 *Aircom LED quadradas* da marca *secomILUMINACION*, balastro *Dali*, potência de 26W, fluxo luminoso de 3850 lm, IRC=80 e Tc=4000K (luz branca) (*secomILUMINACION*, 2014). Ainda se propõe que sejam instalados dois reóstatos para regulação do fluxo luminoso (*EFAPEL*, 2015).

Na Tabela 5.7 apresenta-se os níveis de iluminação para as salas de reunião/conferência, onde se pode observar o cumprimento da legislação vigente com os níveis propostos para as salas mencionadas.

Tabela 5.7 - Verificação dos níveis de iluminação das salas de reunião/conferência.

Local	Espaço	DPI (W/m ²)	Iluminância (lux) Projeto	Iluminância (lux) EN 12464-1	Máximo (lux) (+30%)	Conformidade SCE
Salas Reunião	Cape Town	14	516	500	650	Regulamentar
	Luanda	6,51	515			
	Paris	5,08	506			
	Londres	5,07	503			
	Lisboa	4,93	514			

O cumprimento dos requisitos da densidade de potência, apresenta-se na Tabela 5.8 e é de elevada importância salientar, que a iluminação proposta para as salas *Luanda, Paris, Londres e Lisboa*, é baseada em critérios complementares. Enquanto, a solução proposta para sala *Cape Town* é baseada em critérios fundamentais.

Tabela 5.8 - Requisitos de densidade de iluminação para as salas de reunião/conferência.

Local	Espaço	DPI [W/m ²]	Disponibilidade de Luz Natural	Ref. DPI/100LUX [(W/m ²)/100lux]	Iluminação (lux)Projeto	Máx DPI (W/m ²)	Conformidade SCE
Salas Reunião	Cape Town	14	1	2,8	516	14,5	Regulamentar
	Luanda	6,51		2,6	515	13,4	
	Paris	5,08		2,6	506	13,2	
	Londres	5,07		2,6	503	13,1	
	Lisboa	4,93		2,6	514	13,4	

Em resumo, a solução proposta para sala *Cape Town* apresenta um maior consumo face ao instalado, pelo facto de não possuir níveis de iluminância adequados, o que implica um maior número de luminárias. Para as restantes salas de reunião existe a necessidade de substituir todas as luminárias, implementando-se as luminárias mencionadas, obtendo-se assim a conformidade com a norma EN 12464-1. A proposta representa um investimento de 24 498,4€, garantido os níveis de iluminância aos utilizadores, Tabela 5.9.

Tabela 5.9 - Proposta de melhoria para as salas de reunião/conferência.

Espaço	Iluminação	Consumo (kWh/ano)	Custos Anuais (€)	Emissõesde CO2 (kg de CO2)	Investimentos(€)
Cape Town, Caracas, Tóquio e Sidney	Instalada	6120	858,02	881,28	24 498,4
	Proposta	10889,12	1526,65	1568,03	
Luanda e Rio de Janeiro	Instalada	2833,6	397,27	408,03	
	Proposta	2024	283,76	291,45	
Paris	Instalada	1136,67	159,36	163,68	
	Proposta	789,36	110,67	113,67	
Londres	Instalada	757,78	106,24	109,12	
	Proposta	526,24	73,78	75,78	
Lisboa	Instalada	5078,21	711,96	731,26	
	Proposta	2368,08	332,00	341,00	

5.1.5 Receção e Restaurante Panorâmico

Ao nível da receção pode observar-se os níveis de iluminância do sistema de iluminação artificial instalado, simulado no programa Dialux®, registando-se uma iluminância média de 75 lux, Figura 5.19(a). De acordo com os valores pontuais medidos e pontuais simulados, a receção não cumpre os requisitos da EN 12464-1.

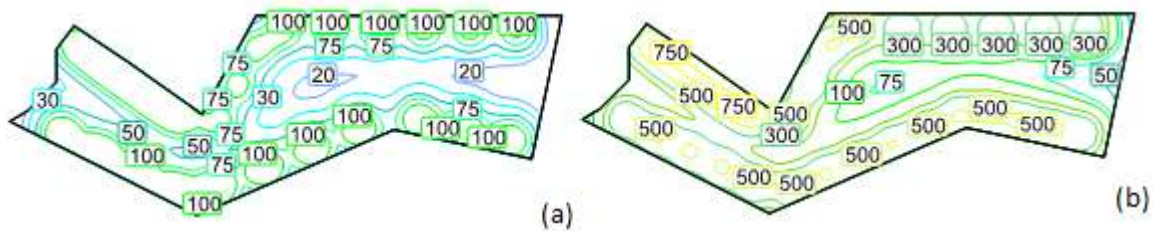


Figura 5.19 - Iluminância da receção, assegurada pelo sistema de iluminação artificial: (a) instalado; (b) proposto.

A solução proposta para a receção apresenta uma iluminância média de 304 lux, Figura 5.19 (b), propondo-se a instalação lâmpadas *LED* a *PAR16 75/840* (OSRAM, 2013), cujas características das lâmpadas *LED* são idênticas ao do quarto de hóspedes, em que existe necessidade de criar 4 perfurações, ou seja mais 4 pontos de luz, por forma a garantir EN 12464-1, conforme Tabela 5.10 apresentando-se os níveis de iluminação para receção.

Tabela 5.10 - Verificação dos níveis de iluminação para receção.

Espaço	DPI (W/m ²)	Iluminância (lux) Projeto	Iluminância (lux) EN 12464-1	Máximo (lux) (+30%)	Conformidade SCE
Receção	7,00	304	300	390	Regulamentar

O cumprimento dos requisitos da densidade de potência, apresenta-se na Tabela 5.11 e é de salientar, que a iluminação proposta para o receção é baseada em critérios complementares.

Tabela 5.11 - Requisitos de densidade de iluminação para receção

Espaço	DPI[W/m ²]	Disponibilidade de Luz Natural	Ref. DPI/100LUX [(w/m ²)/100lux]	Iluminação (lux)Projeto	Máx DPI (W/m ²)	Conformidade SCE
Receção	7,00	1	3,5	304	10,64	Regulamentar

Em resumo, a solução proposta apresenta um maior consumo face ao instalado, deve-se ao facto de a receção não possuir níveis de iluminância adequados, o que implica o aumento do número de luminárias para passar a cumprir os requisitos EN 12464-1.

A proposta apresentada, representa um investimento de 915,73€, Tabela 5.12.

Tabela 5.12 - Proposta de melhoria para receção

Iluminação	Consumo(kWh/ano)	CustosAnuais(€)	Emissões de CO2 (kg de CO2)	Investimentos(€)
Instalada	1858,58	260,57	267,63	-
Proposta	2257,34	316,48	325,06	915,73

Para o restaurante panorâmico, Figura 5.20, pode-se observar o sistema de iluminação artificial instalado, simulado no programa *Dialux*®.



Figura 5.20 - Iluminância do restaurante panorâmico, assegurada pelo sistema de iluminação artificial instalado.

Os níveis de iluminância do sistema de iluminação artificial instalado do restaurante panorâmico simulado no programa *Dialux*®, são em média de 270 lux, Figura 5.21(a). Comparando-se os níveis pontuais de iluminância medidos e os obtidos pela simulação, chegou-se a conclusão de que as diferenças desses valores são insignificantes, pelo que, de um modo geral, propôs-se gradualmente a substituição das lâmpadas atualmente instaladas à medida que as mesmas deixem de funcionar, por outras mais eficientes.

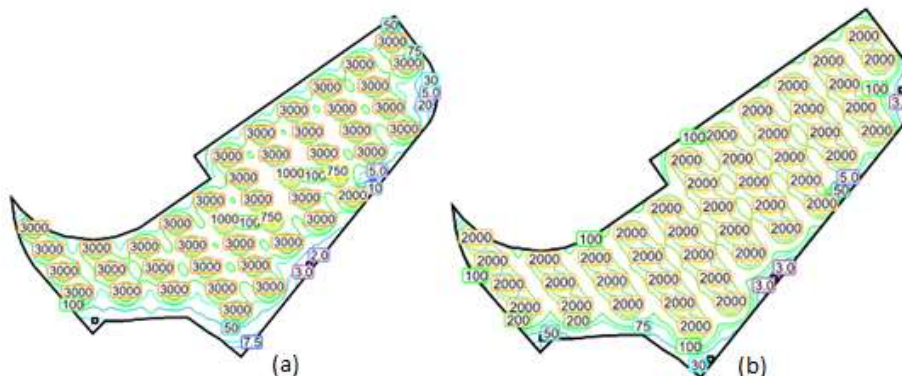


Figura 5.21 - Iluminância do restaurante panorâmico, assegurada pelo sistema de iluminação artificial: (a) instalado; (b) proposto.

A proposta para o restaurante panorâmico apresenta uma iluminância média de 322 lux, de acordo com alterações ao sistema de iluminação artificial, Figura 5.21(b). A proposta consiste na substituição das lâmpadas (INC) por lâmpadas *LED MasterLEDspot 12V AR111 G53 Philips*

(PHILIPS, 2013), permitindo regulação do fluxo luminoso emitido, potência de 15W, fluxo luminoso de 830 lm, IRC=80 e Tc=3000K (luz quente), menos potência instalada do que as lâmpadas iniciais, mais fluxo luminoso, e tempo de vida média até 45 000 horas.

A proposta representa um investimento de 5 918,17 €, com um PRI de 5,41 anos, representado um potencial de poupança anual de 7884 kWh/ano e redução no consumo de 28,6%, Tabela 5.13. Através da análise económica pode-se concluir que este investimento é favorável, não só pela diminuição no consumo de energia, mas também pela poupança significativa da diminuição de CO₂.

Tabela 5.13 - Viabilidade económica da solução para o restaurante panorâmico.

Iluminação	Consumo(kWh/ano)	Custos Anuais(€)	Emissões de CO ₂ (kg de CO ₂)	Investimentos (€)	PRI(anos)
Instalada	27 594	3 868,68	3973,5		
Proposta	19 710	2 763,34	2838,24	5 978,17	5,41

5.1.6 Escritório de Contabilidade

Ao nível do escritório da contabilidade, pode-se observar o sistema de iluminação artificial instalado e simulado no programa *Dialux*®, Figura 5.22.



Figura 5.22 - Iluminância do escritório de contabilidade, assegurada pelo sistema de iluminação artificial instalado.

Na Figura 5.23(a) pode-se observar os níveis de iluminância do sistema de iluminação artificial instalado no escritório de contabilidade simulado no programa *Dialux*®, determinando-se uma iluminância média de 643 lux. De acordo com os valores pontuais simulados, o escritório cumpre os requisitos da EN12464-1. Comparando-se os níveis pontuais de iluminância medidos e os obtidos pela simulação, chegou-se a conclusão de que as diferenças desses valores são insignificantes, uma vez que alguns pontos medidos cumprem a norma.

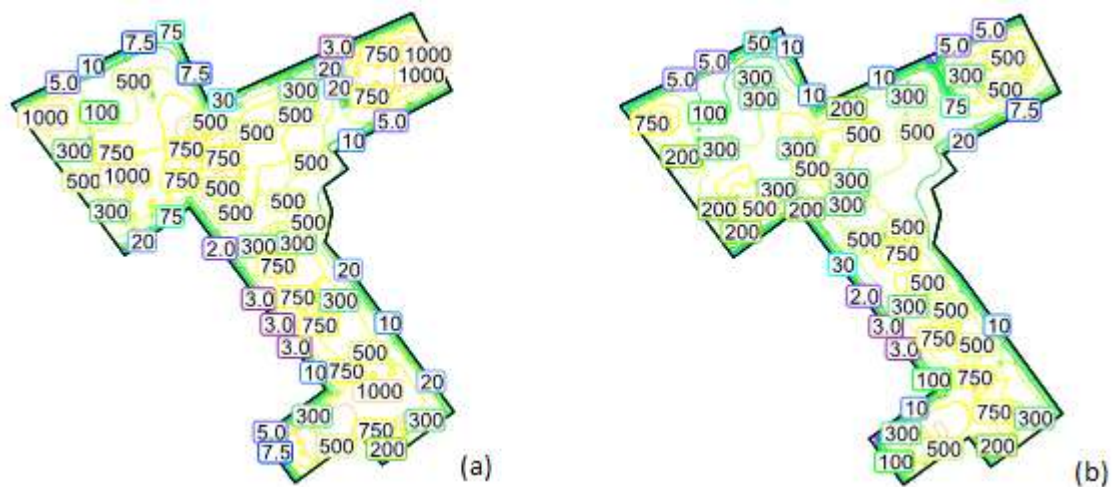


Figura 5.23 - Iluminância do escritório de contabilidade, assegurada pelo sistema de iluminação artificial:
 (a) instalado; (b) proposto.

A proposta para o escritório de contabilidade apresenta uma iluminância média de 518 lux, Figura 5.23(b). Para as luminárias instaladas com (TLD), a proposta foi de substituição, por tubos *LED Osram, SubstiTUBE Advanced* (OSRAM, 2013), potência de 10W, $T_c=4000K$ (luz branca), fluxo luminoso de 1100 lm e IRC=80, com menos potência do que as iniciais, tempo vida média até 40 000 horas, que não contém mercúrio, tornando uma escolha energeticamente e ambientalmente favorável. Quanto às luminárias instaladas com (FCNI), torna-se necessário a substituição das luminárias encastradas em tetos falsos, propondo-se a sua substituição por luminárias que possam ser instaladas em espaços ociosos, sendo estas *Mini Aircom LED Circular Empotrable* da marca *secomILUMINACION*, equipadas com módulos *LEDs Osram Duris E3*, potência de 9W, fluxo luminoso de 1044 lm, IRC=80 e $T_c=4000K$ (luz branca) (*secomILUMINACION*, 2014).

A Tabela 5.14 apresenta os níveis de iluminância para o escritório de contabilidade constata-se que os níveis de iluminação embora não ultrapassem o máximo do estabelecido a proposta passa a cumprir os níveis da EN 12464-1.

Tabela 5.14 - Verificação dos níveis de iluminação para escritório de contabilidade.

Espaço	DPI (W/m ²)	Iluminância (lux) Projeto	Iluminância (lux) EN 12464-1	Máximo (lux) (+30%)	Conformidade SCE
Escritório de Contabilidade	7,28	518	500	650	Regulamentar

O cumprimento dos requisitos da densidade de potência apresenta-se na Tabela 5.15 e é de salientar que, a iluminação proposta para o escritório contabilidade, é baseada em critérios complementares.

Tabela 5.15 - Requisitos da densidade de potência para escritório de contabilidade.

Espaço	DPI[W/m ²]	Disponibilidade de Luz Natural	Ref. DPI/100LUX [(W/m ²)/100lux]	Iluminação (lux)Projeto	Máx DPI (W/m ²)	Conformidade SCE
Escritório de Contabilidade	7,28	1	2,0	518	10,36	Regulamentar

A proposta de melhoria energética da iluminação do escritório de contabilidade, representa um investimento de 10 153,47 € com um PRI de 7,52 anos, mas apresenta um potencial de poupança anual de 9624,12 kWh/ano e redução no consumo de 55%, Tabela 5.16. Através da análise económica pode-se concluir que este investimento é favorável, não só pelo consumo de energia, mas também pela diminuição de CO₂.

Tabela 5.16- Viabilidade económica da solução proposta para o escritório de contabilidade.

Iluminação	Consumo (kWh/ano)	Custos Anuais (€)	CO ₂	Investimentos (€)	PRI(anos)
Instalada	17 497,48	2 453,15	2519,64	-	-
Proposta	7873,36	1 103,85	1133,76	10 153,47	7,52

5.1.7 Corredor de Clientes

Na Figura 5.24(a), pode-se observar os níveis de iluminância do sistema de iluminação artificial instalado no corredor dos clientes simulado no programa *Dialux*®. O corredor de clientes em foco, localizado na Ala Sul, piso 5 apresenta uma iluminância média de 108 lux, verificado com o sistema de iluminação artificial instalado a 100%. De acordo com os valores pontuais medidos, o corredor não cumpre os requisitos da EN 12464-1, visto se encontrar a funcionar a 50%.

Isto deve-se à política restritiva para a eficiência energética e diminuição de custos, adotada pela administração, que colocou a iluminação do corredor a funcionar a 50%.

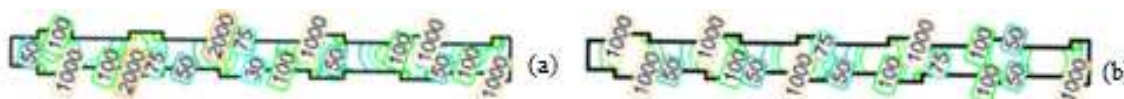


Figura 5.24 - Iluminância do corredor dos clientes, assegurada pelo sistema de iluminação artificial:
(a) instalado ; (b) proposto.

A proposta para o corredor dos clientes apresenta uma iluminância média de 120 lux, Figura 5.24(b) e Tabela 5.17, propondo-se as luminárias instaladas com (FCNI), potência de 7W, a opção assenta em suprimir estas e instalar um suporte de lâmpada E14, ao qual será acoplado uma lâmpada *LED Osram, CL B25 Adv 827* (fosca), potência de 3,8W, fluxo luminoso de 250 lm, IRC=80 e Tc=2700K (luz quente) (OSRAM, 2013). Quanto às luminárias instaladas com (FCNI), potência de 26W, torna-se necessário a substituição das luminárias encastradas em tetos falsos, propondo-se a sua substituição por luminárias que possam ser instaladas em espaços ociosos, sendo estas *Aircon LED Circular Empotrable* da marca *secomILUMINACION*, equipadas com módulos *LEDs Osram Duris E3*, potência de 20W, fluxo luminoso de 3150 lm, IRC=80 e Tc=4000K (luz branca) (secomILUMINACION, 2014).

Tabela 5.17 - Verificação dos níveis de iluminação para o corredor dos clientes.

Espaço	DPI (W/m²)	Iluminância (lux) Projeto	Iluminância (lux) EN 12464-1	Máximo (lx) (+30%)	Conformidade SCE
Corredor dos Clientes	2,43	120	100	130	Regulamentar

A iluminância proposta para os corredores de clientes, é baseada em critérios complementares, cumprindo os requisitos da densidade de potência, Tabela 5.18.

Tabela 5.18 - Requisitos da densidade de potência para o corredor dos clientes.

Espaço	DPI[W/m ²]	Disponibilidade de Luz Natural	Ref. DPI/100LUX [(W/m ²)/100lux]	Iluminação (lux) Projeto	Máx DPI (W/m ²)	Conformidade SCE
Corredor dos Clientes	2,43	1	3,0	120	3,6	Regulamentar

A proposta de melhoria energética da iluminação para o corredor de clientes, representa um investimento de 20 276,91 €, com um PRI de 1,85 anos e apresenta um potencial de poupança anual de 78 057,7 kWh/ano com redução no consumo de 67,2%, Tabela 5.19. Através da análise económica pode-se concluir que este investimento é favorável, não só pela redução do consumo de energia, mas também diminuição de CO₂.

Tabela 5.19 - Viabilidade económica da proposta para os corredores dos clientes.

Iluminação	Consumo (kWh/ano)	Custos Anuais (€)	Emissões de CO ₂ (kg de CO ₂)	Investimentos (€)	PRI(anos)
Instalado	116077,89	16 274,12	16715,22	-	-
Proposto	38020,15	5 330,43	5474,90	20 276,91	1,85

5.2 Produção de AQS e Aquecimento

A segunda parte do modelo energético proposto para este caso de estudo refere-se à otimização energética na produção de águas quentes sanitárias - AQS e do aquecimento central, através de um sistema de caldeiras a biomassa, para se atenuarem os custos deste tipo de variáveis energéticas, e se baixarem os gases emitidos. Ao utilizarem os recursos endógenos existe desenvolvimento da indústria extrativa florestal e processamentos produtos biomássicos daí resultantes e que estão na base energia primária e renovável.

A unidade hoteleira possui duas caldeiras a gás propano, recurso energético importado, com a potência de 850kW cada uma e com um modelo de funcionamento alternativo.

Assim este sistema de caldeiras passará a funcionar como sistema redundante, e elevando os padrões de segurança no fornecimento de energia térmica, contudo deverá garantir-se o ajustamento ao diagrama de carga, em caso de necessidade. Enquanto as caldeiras a biomassa preenchem integralmente todo o diagrama de carga ao longo do dia.

Foi efetuada uma análise das tecnologias e sistemas existentes identificando-se algumas caldeiras, como a marca *DÁLESSANDRO*, modelo *CSA 950*; a caldeira da marca *HDG*, modelo

M400 e a caldeira da marca *Smart Heating Technology*, modelo *Smart Cabin 500kW*, sendo uma instalação de prestação de serviços técnica e não industrial, requer outros requisitos e níveis de qualidade diferentes da área industrial. A solução que apresenta uma melhor qualidade é o grupo de caldeiras alojadas num contentor, com características de fácil instalação e portabilidade do tipo *Smart Cabin 500kW*, com elevado grau de automatização e possuindo os seguintes dispositivos principais: silo de biomassa, depósito de inércia, mult ciclone, chaminé inox dupla parede, sistema de limpeza de combustão, sistema de recolha de cinzas, Figura 5.25. Este modelo possui 2 caldeiras e cada uma tem uma potência de 500kW térmicos, denominando-se por sistema em cascata totalizando 1000kW térmicos (Smart Heating Tecnologia, 2014).



Figura 5.25 - Modelo *Smart Cabin 500kW* (Smart Heating Tecnologia, 2014).

Neste modelo de equipamentos os cuidados exteriores com as cores do contentor, para se integrarem no design e cor do edifício principal, assim como a necessidade em se fazerem cortinas de arbustos, circundando este equipamento é um aspeto relevante e que deve combinar com os espaços ajardinados exteriores a este tipo de arquitetura. Estes aspetos estéticos devem ser fortemente incentivados, dado que se quer promover tecnologia mais limpa, mas mantendo os padrões de qualidade ambiental e energéticos altos, não elevando os custos de exploração.

Nesta análise considerou-se o consumo total de gás propano referente ao ano 2013 e foi feito um estudo da viabilidade económica deste sistema, com os tipos de energia primária biomassa: estilha e *pellets*.

5.2.1 Análise Económica das Caldeiras de Biomassa

O cálculo dos consumos anuais de biomassa e dos seus custos, do montante a investir e dos custos de operação do sistema foram realizados através de uma simulação, em que se teve em conta as condições mencionadas abaixo que afetam o sistema: tempo de vida útil dos equipamentos; custos do investimento da instalação (euro/kW); preço do terreno e construção; custos de manutenção anuais; custos com pessoal; seguro da instalação; taxa de juro; potência elétrica nominal; custos de gestão e operação (euro/kW); poder calorífico de cada tipo de biomassa (estilha e *pellets*) e consumo anual por kWh, Tabela 5.20.

Para demonstrar a rentabilidade do sistema, foi simulado o (PRI) do capital investido, também designado de período de tempo para o qual o valor atual líquido (VAL) é igual a zero (Rodrigues, 2002).

O indicador económico que leva em consideração a vida útil do sistema, entende-se por VAL, este implica fluxo contínuo de receitas e despesas ao longo da vida útil do equipamento, em que no final é estimado o ano a partir do qual consegue-se obter receitas e lucros do montante investido inicialmente, tendo em conta um valor de taxa de atualização do capital (Rodrigues, 2002).

Tabela 5.20 - Dados de simulação do sistema de caldeiras a biomassa.

Vida útil instalação	20	anos
Investimento instalação	240	€/kW
Terreno + Construção	0	€
Manutenção + reparação por ano	2000	€
Custos com pessoal ano	1000	€
Seguros e outros custos ano	1750	€
Taxa juro	4,25	%
Produção Anual em 2013	1 024 818	kWh/ano
Potência elétrica nominal	1000	kWe
Gestão, Operação & Manutenção	0,01	€/kWh
Tipo de Biocombustível		
PCI biomassa - pellets	18900	kJ/kg
Pellets consumidos por kWh	1,102	kg
Quantidade pellets anual	177	ton
PCI biomassa - estilha	13800	kJ/kg
Estilha consumida por kWh	1,5	kg
Quantidade estilha anual	243	ton

Nesta simulação teve-se em conta o tempo de vida útil do equipamento para um período de 20 anos, Tabela 5.20. Para complementar este estudo, consideram-se ainda outras causas que influenciam esta simulação, como a taxa de juro, a energia produzida e os custos dois tipos de biomassa, Tabela 5.21. Os dados determinados estão dependentes das características do sistema proposto, o que perfaz um investimento de total de 240 000 € (240 € por kW de potência instalada). O consumo anual de 1 024 818 kWh/ano foi baseado no ano de referência de 2013.

Tabela 5.21 - Custos e quantidades biomassa (estilha ou pellets).

Taxa Juro [% valor nominal]	4,3		
Central chave mão	Vida útil [anos]	Anuidade [%]	Custos de manutenção anuais [%]
Terreno+construção	20	7,5	0,8%
	0,00	0,00	0,00
Energia produzida [kWh/ano]	1 024 818		
Combustível sólido [€/ton]	Estilha	Pellets	
	100,00	210,00	
Quantidades anuais [ton]	Estilha	Pellets	
	243	177	

Para o período de funcionamento anual, obteve-se as seguintes quantidades de biomassa: 243 ton estilha e 177 ton pellets.

Nesta simulação foram ainda tidos em conta os custos com pessoal, a manutenção, os seguros e outros itens de menor valor, Tabela 5.22.

Na simulação foram determinados os custos do kWh em função do preço da biomassa, que condiciona estes valores. A situação mais favorável é utilização da estilha, tendo um preço de 0,046€/kWh produzido, enquanto os *pellets* tem um preço de 0,059€/kWh, Figura 5.26(a).

Tabela 5.22 - Variáveis do PRI.

Custo investimento central chave mão terreno+construção	Unidade [€]	Estilha 240 000,00	Pellets 240 000,00
	[€]	0,00	0,00
Investimento total	[€]	240 000,00	240 000,00
Custos de capital central chave mão terreno+construção	[€]	18 052,76	18 052,76
		0,00	0,00
Total custos capital	[€]	18 052,76	18 052,76
Custos totais c/ biomassa	[€]	24 300,00	37 170,00
Custos de operação			
Manutenção	[€/ano]	2 000,00	2 000,00
Pessoal	[€/ano]	1 000,00	1 000,00
Total custos operação	[€/ano]	3 000,00	3 000,00
Outros Custos			
Seguros e outros	[€/ano]	1 750,00	1 750,00
Total outros Custos	[€/ano]	1 750,00	1 750,00
Custos por ano	[€/ano]	47 102,76	59 972,76
Total custos por kWh	[€/kWh]	0,046	0,059
Receitas anuais	[€]	108222,16	108222,16
Ganhos por ano	€/ano	61 119,40	48 249,40
PRI	[ano]	3,93	4,97

Na Figura 5.26(b) pode observar-se os custos anuais do sistema, em que se destaca o custo da biomassa relativamente aos restantes custos inerentes.

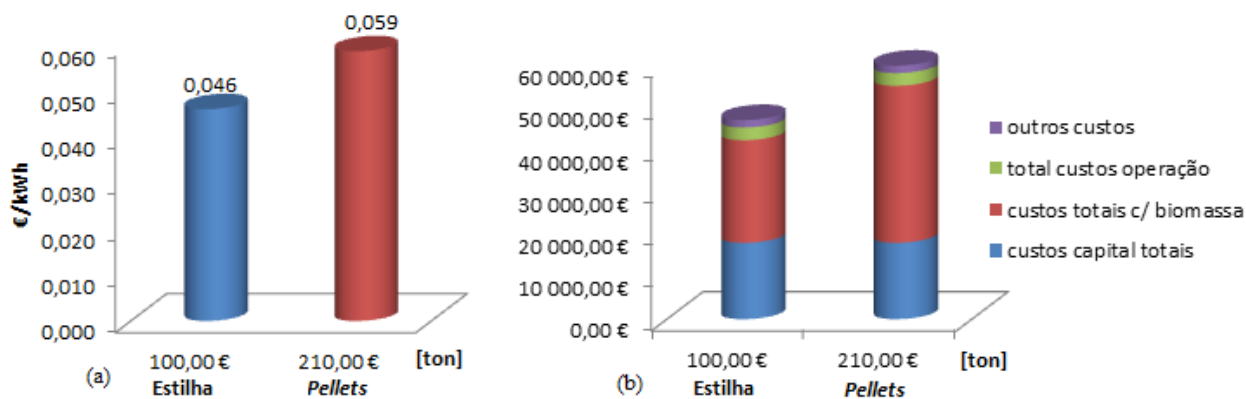


Figura 5.26 - Custos do kWh produzido em função do preço (estilha ou pellets): (a)preços biomassa [€/ton]; (b)custos anuais de exploração [€/ano].

Assim, os resultados previstos e representados na Tabela 5.22, permitem uma avaliação da rentabilidade de investimento através do índice económico PRI, verificando-se que o melhor investimento é uma caldeira de biomassa com estilha como combustível uma vez que apresenta o valor do (PRI) mais baixo.

A partir dos PRI pode-se ainda concluir que ambos os sistemas são viáveis, uma vez que apresentam PRI de 3,93 e 4,97 anos, respetivamente para estilha e *pellets*.

5.2.2 Análise da Viabilidade Económica

Como meio de verificação da viabilidade económica do investimento neste sistema energético, recorreu-se à análise dos indicadores económicos: PRI, VAL e TIR que, ao complementarem-se entre si, justificam a robustez da viabilidade económica deste sistema (Rodrigues, 2002). Consequentemente, uma análise das variáveis, que condicionam o desempenho do sistema, foi efetuada, no âmbito desta metodologia, nomeadamente testando a variação as seguintes condições: vida útil do equipamento; custo do kWh produzido, como metodologia de verificação dos resultados alcançados.

Para se conhecer melhor a variação e o tipo de evolução a que este índice possa ser sujeito, é feita, de seguida, uma análise dos valores PRI, modificando algumas variáveis consideradas na situação inicial do investimento, Figura 5.27.

No gráfico da Figura 5.27, tem-se um valor inicial de 315 € por kW instalado para produção de 1 024 818 kWh/ano.

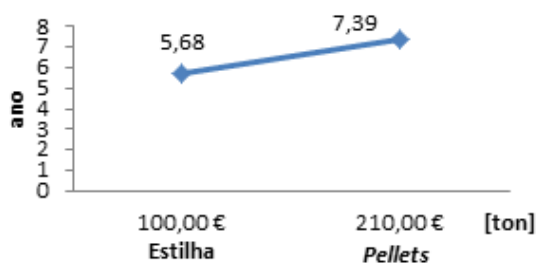


Figura 5.27 - Resultados dos PRI's para um custo de investimento de 315 €/kW

Os resultados de simulação quando se considera um aumento do tempo de vida útil do sistema até 23 anos, para produção de 1 024 818 kWh/ano e custo de kW instalado de 240 €/kW, resulta em valores de PRI mais favoráveis para a estilha do que para os *pellets*, Figura 5.28. Pode-se

concluir que o sistema que apresenta um tempo de vida útil maior, maior é a viabilidade desse sistema.



Figura 5.28 - PRI's calculados para um tempo de vida útil do equipamento de 23 anos.

Após análise dos resultados anteriores, existe a tendência para, sempre que se agrava uma variável relacionada com o fator custo, o tempo de PRI fica mais elevado.

Após o cálculo do PRI, determinaram-se os indicadores económicos VAL e TIR (Rodrigues, 2002), tendo em conta que o VAL é um indicador económico do sistema que leva em consideração as seguintes condições: a vida útil do sistema considerou-se 20 anos; o preço da biomassa; os montantes anuais de receitas e despesas; a receita líquida; o imposto; as amortizações; os vários tipos de *cash flows* fluxo de receitas e despesas ao longo de um período de investimento, Tabela 5.23. Para finalizar, foi estimado o ano a partir do qual se obtêm os lucros do investimento inicial, tendo em conta um valor de taxa de atualização do capital.

Para a simulação do VAL, foi escolhido o combustível biomassa (estilha), que tem um PRI mais favorável e um custo de 100 € por tonelada. Ainda se entrou com uma taxa de atualização de 12%.

O indicador económico TIR é a taxa de atualização que irá anular o VAL do investimento. A partir deste, obtém-se a taxa de juro que teria de existir para que o investimento da instalação produzisse o mesmo benefício que uma capitalização, com esta mesma taxa de juro. Logo TIR é um indicador que serve para comparar mais do que uma alternativa de investimento.

Em síntese, e tendo em conta as simulações anteriores, o risco do investimento no sistema aumenta para os *pellets*.

Tabela 5.23 - Síntese de resultados da simulação do VAL e tipos de *cash flows*

VAL - Investimento (Estilha a 100€/ton)				
Tempo de vida útil do sistema (20 anos)		Ano 0	Ano 1	...Ano 20
Investimento (euros)	240 000,00			
Receitas (euros)				
R1 Gás Propano não consumido (num ano) €/ano (2013)	108222,16			
Despesas (euros)				
Estilha 237 ton/ano	24300,00			
Manutenção	3000,00			
Amortização Equipamento (240000,00€/20anos)	12000			
Receita Líquida = (Receitas - Despesas)	61 119,40			
Imposto – IRC (25% x (Receitas - Despesas)	15 279,80			
Receita Líquida – Imposto	45 839,40			
Amortizações	12 000,00			
<i>Cash flow</i> Exploração (Receitas - Despesas)	57839,55			
Cash flow Projeto	297 839,55	-240 000,00	72 692,61	72692,61
<i>Cash flow</i> Projeto atualizado		-240 000,00	64 903,23	7 535,71
<i>Cash flow</i> Projeto acumulado e atualizado		-240 000,00	-175 096,77	302 695,96

Após a análise dos resultados da simulação do VAL e da TIR pode concluir-se que o valor de VAL é positivo e o valor da TIR é superior à taxa de atualização, logo, o projeto de investimento pode ser viável, desde que os três indicadores económicos calculados estejam dentro das condições estabelecidas e favoráveis à realização do investimento, Tabela 5.24.

Tabela 5.24 - Cálculo do VAL e da TIR do investimento e tipos de *cash flows*

PRI		VAL	TIR=VAL(Zero)	
Anos	(<i>Cash flow</i> exploração em €)	(<i>Cash flow</i> projeto atualizado em €)		(<i>Cash flow</i> projeto atualizado e acumulado em €)
0		-240 000,00 (Invest. Inicial)	-240 000,00	-240 000,00
1	72 691,62	64 903,23	-184 140,09 €	-175 096,77
2	72 691,62	57 949,31	-141 214,52 €	-117 147,45
3	72 691,62	51 740,46	-108 228,35 €	-65 406,99
4	72 691,62	46 196,46	-82 880,10 €	-19 210,16
5	72 691,62	41 247,18	-63 401,24 €	22 037,02
6	72 691,62	36 827,84	-48 432,69 €	58 864,86
7	72 691,62	32 882,00	-36 930,11 €	91746,86
8	72 691,62	29 358,93	-28 090,94 €	121 105,78
9	72 691,62	26 213,33	-21 298,48 €	147 319,11
10	72 691,62	23 404,76	-16 078,81 €	170 723,87
11	72 691,62	20 897,10	-12 067,75 €	191 620,97
12	72 691,62	18 658,13	-8 985,45 €	210 279, 10
13	72 691,62	16 659,04	-6 616,86 €	226 938,14
14	72 691,62	14 874,15	-4 796,71 €	241 812,29
15	72 691,62	13 280,49	-3 398,02 €	255 092,77
16	72 691,62	11 857,58	-2 323,19 €	266 950,35
17	72 691,62	10 587,12	-1 497,24 €	277 537,47
18	72 691,62	9 452,79	-862,54 €	286 990,26
19	72 691,62	8 439,99	-374,80 €	295 430,25
20	72 691,62	7 537,71	0,00 €	302 965,96
		302 965,96 VAL positivo é favorável	VAL(Zero) 0,16 = TIR(16%)	

Para uma melhor compreensão da evolução do VAL do investimento apresentado na coluna do *cash flow* da Tabela 5.23 do projeto, a evolução deste *cash flow* é representada no gráfico da Figura 5.29. No eixo das abcissas está o tempo de vida útil do sistema e no eixo das ordenadas os montantes envolvidos desde o 1º ano do investimento até aos 20 anos, para uma caldeira a estilha. O PRI deste investimento é alcançado no final do 4º ano de investimento,

verifica-se que passa a haver proveitos financeiros positivos para o investidor e para o ambiente logo desde o início de funcionamento do sistema.

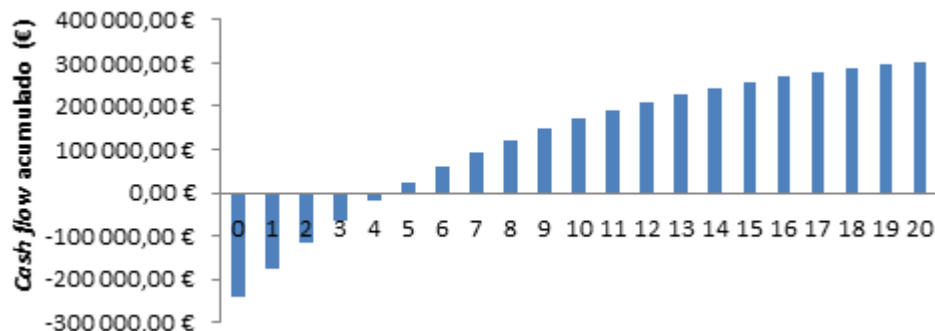


Figura 5.29 - Evolução do VAL do investimento no sistema para um período de 20 anos

Mantendo todas as condições anteriores, foi efetuada a simulação com base no preço da biomassa *pellets* 210 €/ton. Assim, só a partir do 5º ano é que se começa a retirar contrapartida financeira do sistema de caldeira de biomassa com combustível mais dispendioso, Figura 5.30.

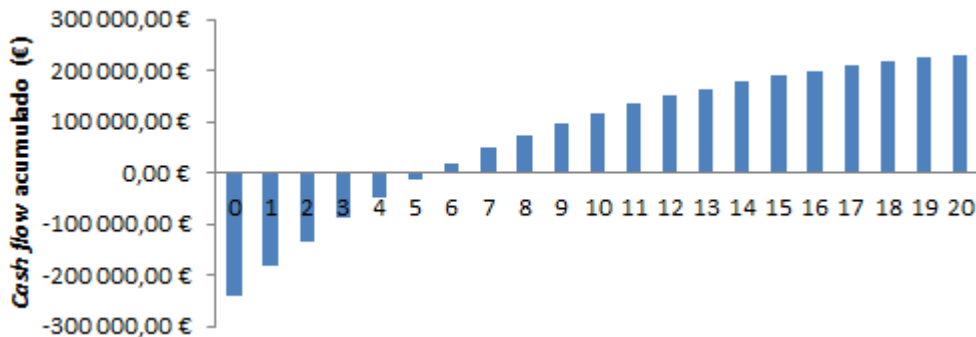


Figura 5.30 - Preço da biomassa de 210€/ton e evolução do VAL do investimento do sistema

Uma análise de resultados dos dois últimos gráficos, e complementarmente aos cálculos dos indicadores económicos efetuados, pode afirmar-se que existe robustez e confiança no investimento neste sistema, visto que, o caso mais desfavorável, para biomassa a 210 €/ton, tendo a evolução do VAL positiva no ano 6.

Conforme se pode constatar ao longo desta análise, os três indicadores económicos (PRI, VAL e TIR) completam-se entre si e como ferramentas económico-financeiras conduzem a uma consistência de resultados, com solidez e viabilidade. Não se aconselha a sua utilização isolada

devido às inconsistências que cada um deles possa ter, mas, para uma avaliação eficaz do investimento, estes indicadores devem ser calculados e relacionados entre si.

Por fim, o modelo energético proposto vai evitar que emissões de GEE deixem de ser produzidas. Por outro lado deve-se ter em conta que a estilha ou *pellets* são fontes energéticas neutras em relação ao dióxido de carbono, logo não existirá aumento das emissões para a atmosfera comparativamente a outros combustíveis, e têm um baixo teor de enxofre e de azoto.

Relativamente à produção de AQS e aquecimento, e tendo em conta produção anual referente a 2013, consegue-se evitar 481664,46kgCO₂ (Despacho n.º15793-D, 2013).

Este contributo é um valor relevante para que sejam cumpridos os objetivos europeus para 2020, em reduzir 20% das emissões GEE, em relação aos níveis registados em 1990, bem como obter 20% da energia a partir de fontes renováveis (UE, 2014).

5.3 Produção de Energia Elétrica

Uma terceira componente do modelo energético proposto é o processo fotovoltaico para a produção de eletricidade, que se justifica com a existência abundante de radiação solar no centro do Funchal, segundo a base de dados atmosféricos do programa *PVsyst* (PVsyst, 2012).

Neste programa *PVsyst* (PVsyst, 2012) de simulação de sistemas de produção de energia elétrica, com origem em tecnologia fotovoltaica, existe uma vasta base de dados com vários tipos de variáveis: climáticas, irradiação solar, temperaturas médias e apresentados na, Figura 5.31.

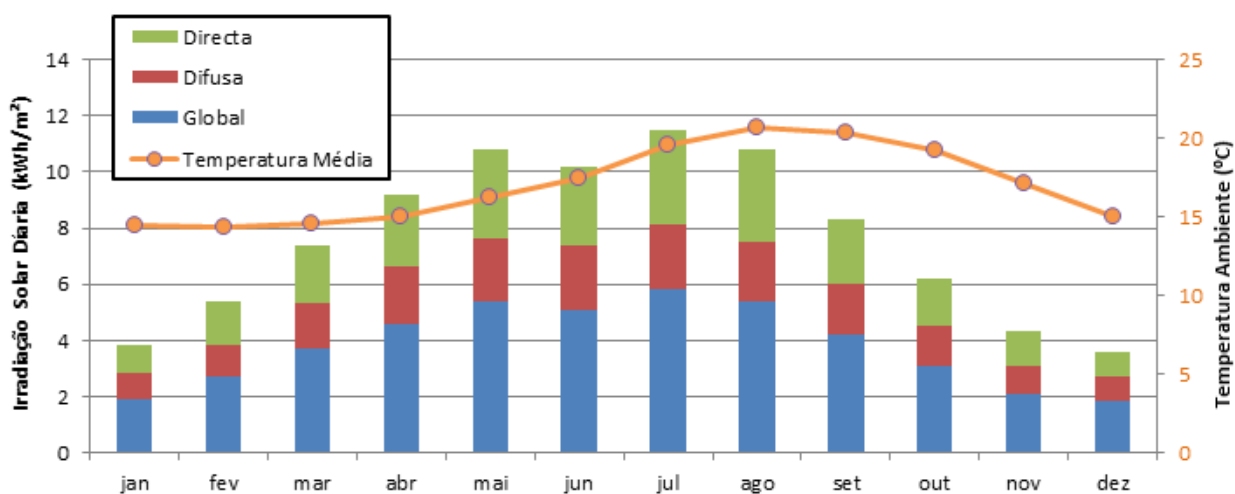


Figura 5.31 - Variáveis do tipo de irradiação solar e temperatura.

Um sistema de produção de energia deve integrar a arquitetura do edifício, interagindo com a sua geometria e características estéticas, para além de produzir energia elétrica. A montagem seria prevista na cobertura do edifício, ficando integrados ao mesmo nível do terraço, para que seja um elemento sem fraturas visuais, por razões estéticas e arquitetónicas.

De acordo com a portaria n.º 14/2015 publicadas a 23 de janeiro de 2015 (ME, 2015), pretende-se: dinamizar a atividade de produção distribuída em Portugal, assegurando a sustentabilidade técnica e económica do Serviço Energético Nacional (SEN) evitando possíveis sobrecustos para o sistema; garantir o desenvolvimento ordenado da atividade possibilitando a injeção de excedentes na Rede Elétrica de Serviços Públicos (RESP); garantir que as novas instalações de produção distribuídas sejam dimensionadas para fazer face às necessidades de consumo verificadas no local.

5.3.1 Análise Económica de Produção de Energia Elétrica

Neste subcapítulo será feita análise económica baseada numa unidade de produção de autoconsumo (UPAC), para satisfazer necessidades de consumo e ao mesmo tempo reduzir as necessidades de energia em horas de ponta e promovendo-se a capacidade de produção energia por fonte primária renovável, energia solar.

Antes de prosseguir para o dimensionamento de uma UPAC é necessário saber qual a tarifa aplicada na instalação e a potência contratada. A partir destes dados pode-se saber em termos percentuais cada período horário dessa tarifa. Cada período horário tem valores de tarifa específicos, o que permite verificar o peso de cada um dos períodos, pois existem tarifas mais caras que outras. As tarifas de ponta e cheia são as que apresentam um maior peso (custo), na fatura de energia, Figura 5.35. No anexo B, pode observar-se o preço por kWh da energia, para os diferentes períodos: ponta, cheia, vazio normal e super vazio.

Para a instalação em estudo, a tarifa aplicada é a em Média Tensão (MT) e a potência contratada de 688kW, baseada no ciclo horário diário (EM, 2015).

De acordo com o peso dos diferentes períodos, os períodos que apresentam um peso relativo em termos de duração são os que tem um maior custo por kWh, nomeadamente as horas de ponta e cheia. Assim, é importante saber qual o momento ao longo do dia que estes ocorrem.

Para instalação dos painéis é necessário saber qual a área disponível da coberta do edifício, para que no dia mais curto do ano, 21 dezembro ao meio dia, não haja qualquer tipo de sombreamento, para tal recorreu-se ao *software SketchUp* (SketchUp, 2013) com modelação 3D, Figura 5.32.

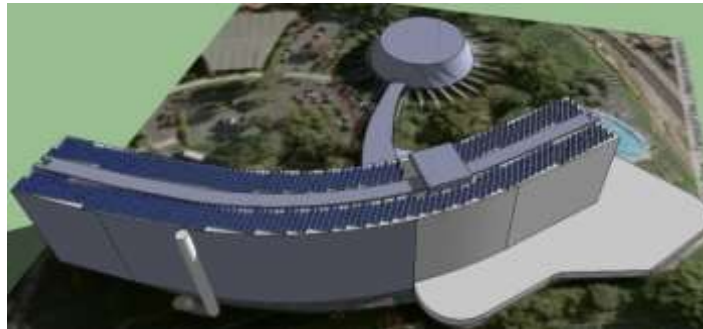


Figura 5.32 – Modelação 3D da UPAC.

Com recurso ao *software SketchUp* (SketchUp, 2013), pode-se colocar o edifício no seu ponto geográfico e verificar qual a distância entre fileiras dos painéis, evitando-se assim qualquer tipo de sombreamento, assim como determinar o número de painéis a instalar na central de produção em estudo.

A partir dos consumos mensais referentes ao ano 2013, dos ciclos de verão e inverno, desagregou-se os consumos de energia dos diferentes períodos: ponta, cheia, super vazio e vazio normal. De seguida, determinou-se a potência média horária dos consumos mensais referentes aos diferentes ciclos períodos, consoante o número de dias e o número de horas do respetivo período. Após determinar a potência média horária dos consumos mensais dos respectivo ciclos horários diários, com recurso ao *software PVsyst* (PVsyst, 2012), introduziu-se os dados de monitorização da instalação, por forma a dimensionar a UPAC.

Na Figura 5.33 pode-se observar o diagrama diário do dia mais longo do ano, 20 junho. A produção de energia elétrica serve de diagrama de base, entre o período das 8H e das 17H.

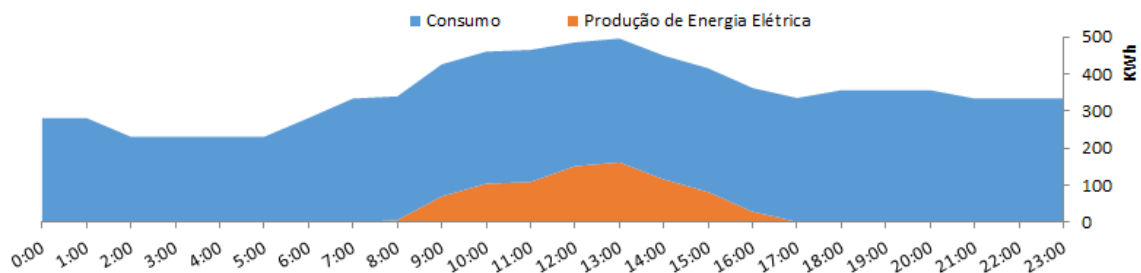


Figura 5.33 - Dia 20 de junho.

Na Figura 5.34 pode-se observar o diagrama diário do dia mais curto do ano, 21 dezembro. A produção de energia elétrica serve de diagrama de base, ao longo do dia.

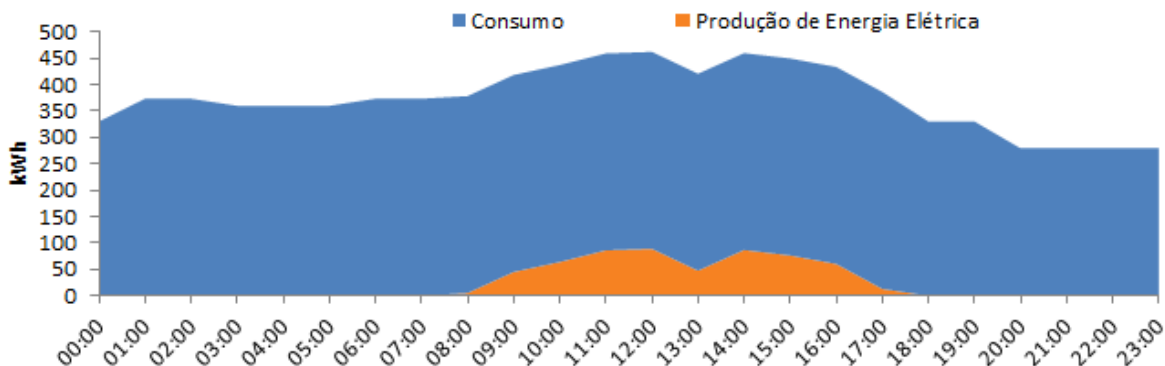


Figura 5.34 - Dia 21 de dezembro.

A produção de energia elétrica, representa ao longo de um dia cerca de 6,75% até 9,86% do consumo total de energia elétrica, em termos anuais representa 10,6%. Esta percentual anual, engloba a desagregação da produção de energia total das (horas de ponta e cheia).

O balanço energético anual da energia produzida com este sistema é de cerca de 355,8MWh, por meio de 920 painéis do tipo REC245PE (REC, 2012), que ocupam uma área de 2482m² permitindo a produção de 200kW de energia elétrica, com uma potência de pico de 225,4kWp. Estes deverão ser colocados numa inclinação otimizada de 30° e na direção do azimute sul, distanciados de 1m entre fileiras, fixados em estruturas e apoiados em estrutura com planar fixa à cobertura da instalação, expostos na horizontal, por forma atenuar o impacto de ocorrência de ventos, ou rajadas de ventos e outras condições atmosféricas adversas.

No presente gráfico da Figura 5.35(a), pode-se observar a desagregação dos consumos de energia para o período diário anual da instalação de consumo. A respetiva desagregação de custos pagos à RESP apresenta-se na Figura 5.35(b), em que se destaca as horas de ponta e cheia.

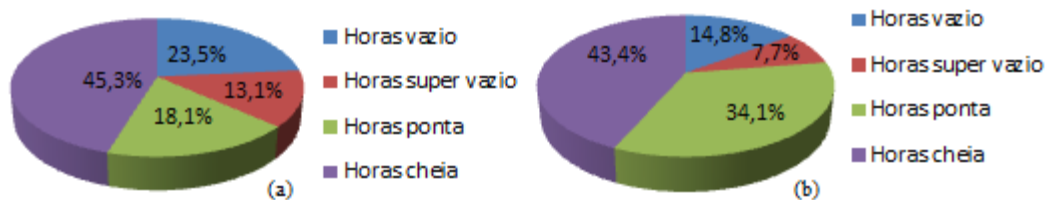


Figura 5.35 – Consumo de energia no período diário: (a) kWh/ano; (b) €/ano.

Após análise dos consumos e custos da instalação, na Figura 5.36(a), pode-se observar a desagregação da produção de energia para o período diário anual, bem como a poupança de custos evitados à RESP que se apresenta na Figura 5.36(b), em que destaca-se as horas de cheia e de ponta do período diário.

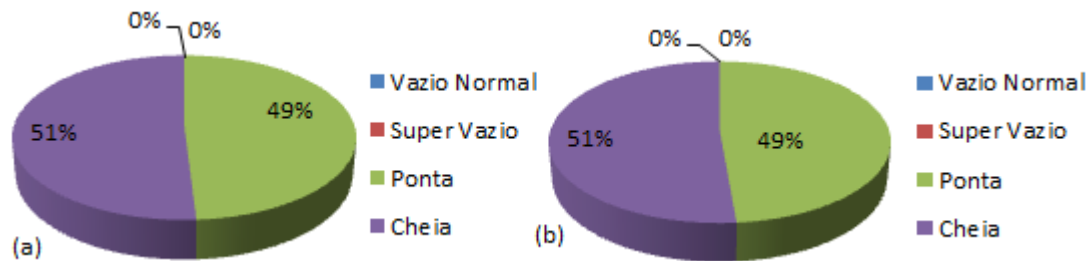


Figura 5.36 - Produção de energia elétrica no período diário: (a) kWh/ano: (b) €/ano

A poupança ascenderá nos anos seguintes devido ao aumento da tarifa de eletricidade 2,5% ano (ERSE).

De acordo com análise do gráfico da Figura 5.35(b) e Figura 5.36(b), a potência das horas de cheia e de ponta tem o maior peso (custo) na fatura da instalação. A potência contratada das horas de ponta é uma outra poupança, na qual determinou-se a redução da potência contratada das horas de ponta, em função do número de dias e horas diárias, conforme Figura 5.37.

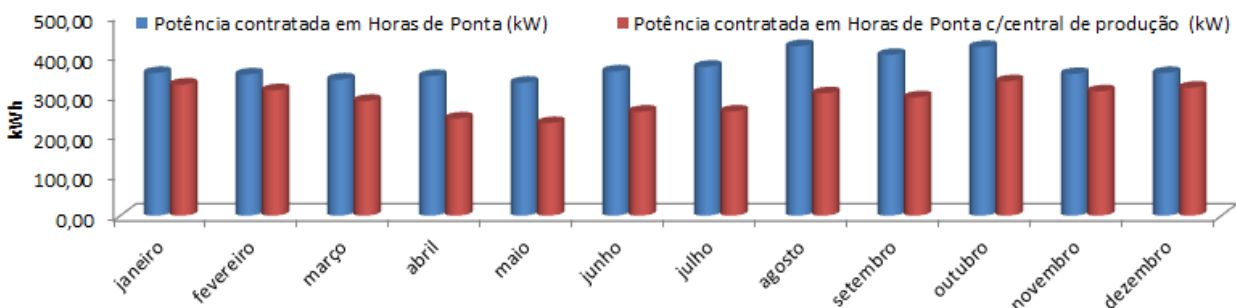


Figura 5.37 - Redução da potência contratada horas de ponta [kWh/mês].

As poupanças anuais para cada um dos períodos, apresentam-se na Tabela 5.25, sendo estes: potência contratada em horas de ponta, horas ponta e cheia. Para esta análise teve-se em conta o tempo de vida do sistema de 20 anos e o aumento da tarifa de eletricidade.

Tabela 5.25 - Poupanças energéticas dos períodos, ao longo do tempo de vida útil.

Ano	Poupança da potência contratada em horas de ponta (€)	Produção em regime de Autoconsumo em horas de ponta (kWh)	Poupança em horas de ponta (€)	Produção em regime de Autoconsumo em hora de cheia (kWh)	Poupança em horas de cheia (€)
0	1 903,04 €	172 577,71	17 652,76 €	179 432,06	18 641,96 €
1	1 950,62 €	172 577,71	20 873,27 €	179 432,06	21 702,31 €
2	1 949,40 €	171 369,67	21 245,34 €	178 176,04	22 089,15 €
3	1 946,90 €	170 161,62	21 622,96 €	176 920,01	22 481,77 €
4	1 943,06 €	168 953,58	22 006,19 €	175 663,99	22 880,22 €
5	1 937,80 €	167 745,54	22 395,06 €	174 407,97	23 284,54 €
6	1 931,08 €	166 537,49	22 789,63 €	173 151,94	23 694,77 €
7	1 922,80 €	165 329,45	23 189,92 €	171 895,92	24 110,97 €
8	1 912,90 €	164 121,40	23 595,99 €	170 639,89	24 533,16 €
9	1 901,31 €	162 913,36	24 007,86 €	169 383,87	24 961,39 €
10	1 887,94 €	161 705,32	24 425,58 €	168 127,84	25 395,71 €
11	1 872,72 €	160 497,27	24 849,19 €	166 871,82	25 836,13 €
12	1 855,55 €	159 289,23	25 278,70 €	165 615,79	26 282,71 €
13	1 836,35 €	158 081,18	25 714,17 €	164 359,77	26 735,47 €
14	1 815,04 €	156 873,14	26 155,60 €	163 103,75	27 194,44 €
15	1 791,51 €	155 665,10	26 603,04 €	161 847,72	27 659,64 €
16	1 765,67 €	154 457,05	27 056,50 €	160 591,70	28 131,11 €
17	1 737,42 €	153 249,01	27 516,01 €	159 335,67	28 608,87 €
18	1 706,65 €	152 040,96	27 981,58 €	158 079,65	29 092,94 €
19	1 673,26 €	150 832,92	28 453,23 €	156 823,62	29 583,32 €
20	1 637,14 €	149 624,88	28 930,98 €	155 567,60	30 080,04 €

Na subsecção seguinte será feito uma análise da viabilidade económica, para determinar os indicadores económicos VAL e da TIR da UPAC e consequente viabilidade técnico/económica.

5.3.2 Estudo Económico da Central Produção Eletricidade

O cálculo da produção de energia fotovoltaica e seus custos, o montante a investir e custos de operação do sistema foram realizados através duma simulação, em que teve-se em conta as condições que afetam o sistema, nomeadamente: tempo de vida útil dos equipamentos; custo do

investimento da instalação (euro/kW); custos de manutenção anuais; potência elétrica nominal; consumo anual por kWh.

Para se demonstrar a rentabilidade do sistema foi simulado o período de retorno (PRI) do capital investido, também designado de período de tempo para o qual o valor atual líquido (VAL) é igual a zero.

Nesta simulação considerou-se um período de 20 anos, como sendo de vida útil do equipamento, assim como uma taxa de atualização e a energia produzida, Tabela 5.26.

Tabela 5.26 - Cálculo do VAL e da TIR do investimento e tipos de *cash flows*

PRI		VAL	TIR=VAL(Zero)	
Anos	(<i>Cash flow</i> exploração em €)	(<i>Cash flow</i> projeto atualizado em €)		(<i>Cash flow</i> projeto atualizado e acumulado em €)
0		-300 000,00 (Invest. Inicial)	-300 000,00	- 300 000,00
1	1000	43 526,20 €	-531 198,99 €	-256 473,80 €
2	1000	44 283,89 €	-703 628,09 €	-212 189,91 €
3	1000	45 051,64 €	-826 062,84 €	- 167 138,28 €
4	1000	45 829,47 €	-906 168,65 €	-121 308,81 €
5	1000	46 617,41 €	-950 630,26 €	-74 691,40 €
6	1000	47 415,48 €	-965 266,76 €	-27 275,93 €
7	1000	48 223,69 €	-955 133,76 €	20 947,76 €
8	1000	49 042,05 €	-924 614,20 €	69 989,81 €
9	1000	49 870,57 €	-877 498,91 €	119 860,38 €
10	1000	50 709,23 €	-817 058,02 €	170 569,61 €
11	1000	51 558,04 €	-746 104,37 €	222 127,64 €
12	1000	52 416,96 €	-667 049,63 €	274 544,61 €
13	1000	53 285,99 €	-581 953,96 €	327 830,59 €
14	1000	54 165,08 €	-492 570,06 €	381 995,67 €
15	1000	55 054,19 €	-400 381,98 €	437 049,86 €
16	1000	55 953,28 €	-306 639,51 €	493 003,14 €
17	1000	56 862,30 €	-277 865,38 €	549 865,44 €
18	1000	57 781,17 €	-183 974,45 €	607 646,61 €
19	1000	58 709,82 €	-91 158,62 €	666 356,42 €
20	1000	59 648,16 €	0,00 €	726 004,58 €
		726 004,58 € VAL positivo é favorável	VAL(Zero) 0,13= TIR(13%)	

Após análise dos resultados da simulação do VAL e da TIR, conclui-se que o VAL é positivo e a TIR é superior à taxa de atualização, logo, o projeto de investimento pode ser viável (Rodrigues, 2002).

Analisando a evolução dos proveitos da UPAC, conclui-se que o valor total do investimento inicial e os fluxos de caixa (receitas de autoconsumo e *cash flow* projeto), ao longo da vida útil do sistema, não são constantes devido ao valor da tarifa ser diferente ano após ano, conforme a Tabela 5.26.

Na Figura 5.38, o eixo das abcissas está o tempo de vida útil do sistema e no eixo das ordenadas os montantes envolvidos desde o 1º ano do investimento até aos 20 anos, para a UPAC. Ainda se extrai o PRI deste investimento, alcançado no final do 6º ano proveitos financeiros positivos para o investidor. Realce-se que as vantagens ambientais são evidentes desde o início da instalação.

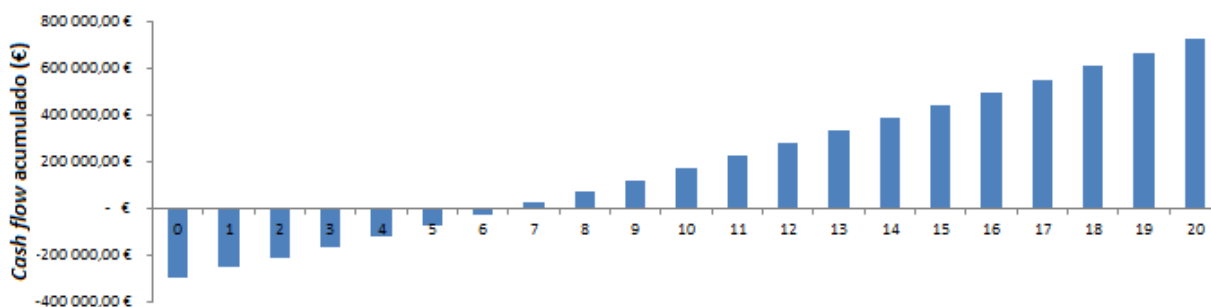


Figura 5.38 - Evolução do VAL do investimento da UPAC, até 20 anos, com taxa de 2%.

Por fim, o modelo energético relativo ao processo fotovoltaico e tendo em conta a eletricidade produzida anual vai evitar 167502,2 kgCO₂ (Despacho n.º15793-D, 2013).

Este contributo é um valor relevante para que sejam cumpridos os objetivos europeus para o ano 2020, relativamente as emissões GEE do ano 1990, bem como obter-se 20% da energia a partir de fontes renováveis (UE, 2014).

De seguida será apresentado o último capítulo deste trabalho designado de conclusões finais e perspectivas de desenvolvimento futuras, que resumem a uma caracterização dos objetivos e os resultados alcançados com este trabalho.

6 Conclusões e Perspetivas Futuras

Neste parte são descritas as conclusões deste trabalho e indicadas as perspetivas de futuro desenvolvimento do sistema energético, aqui proposto e ações de eficiência energética a ele associadas.

6.1 Conclusão

O trabalho desenvolvido na área da sustentabilidade energética pretende ser um contributo para que Portugal atenuar a importação de combustíveis fósseis, melhore a sua situação económica e desenvolva as suas capacidades em termos de produção com base na energia renovável. Daqui resulta um aumento da autonomia energética, uma redução das emissões de GEE e um contributo para o cumprimento das políticas de eficiência energética e ambientais.

Tendo como base o caso de estudo o hotel de alta gama, *Pestana Casino Park*, no desenvolvimento do modelo energético foram efetuados levantamentos de caracterização do edifício para posterior análise e simulação usando os softwares: *Dialux@*, *PVsyst*, *SketchUp* e folha de cálculo para conceção e viabilização do modelo energético proposto.

Na parte da iluminação verificou-se que inicialmente havia um consumo médio de energia elétrica nos quartos de cerca de 3,434kWh/dia, correspondentes ao custo diário de 0,48€, com as alterações propostas no modelo energético, a utilização do novo sistema de iluminação eficiente, o seu custo passa para 0,28€/dia, resultando numa poupança de 0,20€/dia, sendo cerca de 41% do valor inicial anterior.

Relativamente às suites, com os equipamentos instalados, estas possuem um consumo médio de 6,886kWh/dia, e um custo correspondente de 0,97€/dia, com o novo modelo passaria para 0,65€/dia, logo representa uma poupança de 0,32€/dia.

Os restantes espaços do edifício apresentam reduções de consumos elétricos, nomeadamente no escritório de contabilidade, restaurante panorâmico e corredor de clientes. Em relação às salas de reunião, verificou-se que não cumpriam os requisitos de iluminância da EN 12464-1. No modelo proposto para cumprir estes requisitos, foi possível, em algumas delas, haver a redução de consumos, todavia noutras não foi possível reduzir os consumos.

A outra parte do modelo energético proposto, para produção de AQS e aquecimento, recorre a uma tecnologia de produção térmica com utilização de energia primária biomassa: estilha e *pellets*. Comparando as fontes de biomassa, a estilha apresenta um valor de retorno de investimento no final do quinto ano, tornando-se mais viável e rentável do que os *pellets*.

Este recurso da biomassa é pouco utilizado nesta região autónoma, num contexto de larga escala de produção, como é o caso de estudo, logo a implementação desta tecnologia conduz ao desenvolvimento de atividades locais, que permitam o abastecimento local deste tipo de produtos energéticos, tornando-se ainda mais rentável.

Destaque-se ainda que as fontes energéticas biomassa possuem maior estabilidade de preços, comparativamente aos atuais combustíveis fósseis.

A terceira área do modelo energético consistiu na implementação da central de produção de energia elétrica em regime de autoconsumo; os proveitos originados ao longo de 20 anos e o aumento da tarifa de eletricidade, conduz à viabilidade económica do sistema e gera nos investidores interesse neste modo de produção de energia baseado em painéis fotovoltaicos. Realça-se que o PRI é de 5,86 anos, sendo este período de retorno motivador ao investimento nesta tecnologia.

A implementação do modelo energético é um contributo para a autonomia e sustentabilidade energética da unidade hoteleira, induz uma diminuição de GEE e eleva a eficiência energética pelo facto de se recorrer a fontes energéticas primárias: biomassa e solar, por serem energias abundantes nesta região.

Deste trabalho já resultou a aceitação de um artigo na conferência internacional, *EfS 2015 - Energy for Sustainability Multidisciplinary Conference – University of Coimbra*, denominado ” *Energy Sustainability of a High Range Hotel*” .

6.2 Perspetiva de Desenvolvimento Futuro

Em paralelo com o a implementação do modelo energético proposto, seria uma mais-valia a implementação de um sistema de gestão de energia. Estes sistemas permitem um controlo centralizado para a gestão do edifício, possibilitando o controlo e monitorização da iluminação, bem como os sistemas de climatização. A partir deste controlo centralizado, o gestor tem acesso

aos diversos parâmetros de medição do consumo de energia, possibilitando-lhe uma gestão rápida e consequente otimizando os custos de exploração da instalação.

Também existe a necessidade da realização de inventário de equipamentos elétricos, nos edifícios, com finalidade de se possuir um conhecimento detalhado destes dispositivos. Em caso de intervenção/substituição os técnicos de manutenção têm uma pronta resposta e daí alcançar-se bons níveis de desempenho energético. Ao mudar de um sistema convencional para um de maior eficiência energética, deverá optar-se por uma boa classe energética nos equipamentos.

O uso de sensores nas instalações sanitárias e casas de banho, para os quartos e suites, é recomendado evitando-se consumos desnecessários, num contexto de implementação de um conceito *Internet of Things (IoT)*.

A redução da taxa do IVA aplicada nos combustíveis derivados de madeira e a penalização fiscal dos níveis de CO₂ aos combustíveis fósseis, devem ser implementadas pelas entidades oficiais, contribuindo para a limpeza das florestas e reduzindo assim o risco de incêndios.

Os *Green roofs* são também uma forma de potenciar a sustentabilidade ambiental dos edifícios, tornando-os mais ecológicos e eficientes, contribuindo para redução das emissões de CO₂, por consumo do mesmo pelas plantas. Acresce-se o facto de trazer mais espaços verdes para a cidade do Funchal.

A utilização de coletores fotovoltaicos com outros designs devem permitir ser integrados em fachadas, varandas ou coberturas.

Em síntese, o modelo energético proposto pode ser adotado pelo grupo hoteleiro do caso de estudo, e depois de ultrapassar o período de confidencialidade pode servir como exemplo para outras unidades de comércio e serviços numa perspetiva de *Smart City*.

7 Referências Bibliográficas

- AREAM, 2012. *Plano de Ação Para a Energia Sustentável - PACT OF ISLANDS*, Madeira, Portugal: Agência Regional de Energia e Ambiente da Região Autónoma da Madeira.
- AREAM, 2013. *Utilize a Energia com Eficiência na Hotelaria*, Madeira - Portugal: Agência Regional de Energia e Ambiente da Região Autónoma da Madeira.
- BPMLighting, 2013. *Engineering Light*. s.l.:s.n.
- Despacho n.º 17313, 2008. Despacho n.º 17313/2008, Fatores de Conversão para Tonelada Equivalente Petroléo(tep). *Diário da República*, 2.ª série — N.º 122 — 26 de junho de 2008.
- Despacho n.º15793-D, 2013. Despacho (extrato) n.º 15793-D/2013. *Diário da República*, 2.ª série — N.º 234 — 3 de dezembro de 2013.
- DGEG, 2014. *Estratégia Nacional para a Renovação de Edifícios*, PORTUGAL: Direção Geral de Energia e Geologia.
- DIAL, 2013. *Light Building Software. Dialux evo features. Versão 4.1*. [Online] Available at: <http://www.dial.de/DIAL/en/dialux/download/dialux-evo.html> [Acedido em março 2014].
- DL 118, 2013. Decreto de Lei n.º 118 de 20 de agosto de 2013, 1º série - Sistema de Certificação Energética. *Diário da República*, n.º 159, Série I de 20 de agosto de 2013.
- DL 79, 2006. Decreto Lei n.º 79 de 4 abril 2006. *Regulamento Energético RSECE*, *Diário da República - I série*.
- EFAPEL, 2015. *Soluções Elétricas*. Portugal: Empresa Fabril de Produtos Elétricos, S.A..
- EM, 2015. *Tarifas de Venda a Clientes Finais na Região Autónoma da Madeira em 2015*, Madeira, Portugal: Eletrecidade da Madeira.
- EU, 2011. *EU GPP Criteria for Indoor Lighting*, s.l.: European Union.
- Ferreira, J. B. F., 2009. *A Utilização Racional e Eficiente da Energia em Grandes Edifícios*. Évora, aepa.
- HAGER, 2013. *Distribuição de energia catálogo geral*. s.l.:s.n.
- HES, 2011 a. *Energy Efficiency and Renewable Energy Applications in the Hotel Sector*, s.l.: Hotel Energy Solutions.
- HES, 2011 b. *Hotel Energy Solutions: Fostering innovation to flight climate change*, s.l.: Hotel Energy Solutions.

- IEA, 2012. *Technology Roadmap - Bioenergy for Heat and Power*, s.l.: International Energy Agency.
- IPMA, 2013. *Instituto Português do Mar e Atmosfera*. [Online] Available at: <http://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1971-2000/009/> [Acedido em outubro 2013].
- Mauthener, F. W. W., 2014. *Solar Heat Worldwide - Markets and Contribution to the Energy Supply 2012*, Austria: AEE INTEC.
- ME, 1997. *Decreto Regulamentar n.º36/97 de 25 de setembro*, Portugal: Ministério da Economia.
- ME, 2015. Portaria n.º 14/2015. *Diário da República, 1.ª série — N.º 16 — 23 de janeiro de 2015*.
- OCED/IEA, 2007. *Biomass for Power Generation and CHP**, s.l.: Organisation Economic Co-operation and Development/International Energy Agency.
- OSRAM, 2013. *Tabela de Preços Iluminação Geral e Luminárias*. s.l.:s.n.
- PER, 2004. *Energia Fotovoltaica - Manual sobre tecnologias, projeto e instalação*, Portugal: Portal das Energias Renováveis.
- Pestana, 2011. *Pestana Casino Park. Hotel & Casino*. [Online] Available at: <http://www.pestana.com/pt/pestana-casino-park-hotel/pages/home.aspx> [Acedido em 10 março 2014].
- PHILIPS, 2013. *Tabela Iluminação Profissional*. Portugal: s.n.
- PVsyst, 2012. *PVsyst PHOTOVOLTAIC SOFTWARE, Versão 6.3.2*. [Online] Available at: <http://www.pvsyst.com/en/> [Acedido em 2014 outubro].
- REC, 2012. *Rec peak energy series*, s.l.: Energizing life together.
- Rodrigues, J. C., 2002. *Gestão de Empreendimentos - avaliação e gestão em projetos de engenharia*. Gráfica Ediliber ed. Lisboa: Coimbra.
- secomILUMINACION, 2014. *Indoor Lighting - Price List*. s.l.:s.n.
- Silva, R., 2013. *Estudo da Eficiência Energética na Iluminação - Desenvolvimento de uma Ferramenta de Cálculo Luminotécnico e de Rentabilidade*, Porto - Portugal: s.n.
- SketchUp, 2013. *The easiest way to draw in 3D*. [Online] Available at: <http://www.sketchup.com/> [Acedido em dezembro 2014].

Smart Heating Technology, 2014. *The Fastest Growing Biomass Equipament*. [Online] Available at: <http://www.smartheating.cz/en/rozcestnik-kotelny-4/mobile-boiler-smart-cabin/#> [Acedido em dezembro 2014].

Távora, F., 2009. *Apontamentos da Unidade Curricular de Instalações Elétricas II (IPLEIRIA-ESTG)*, Leiria: s.n.

TP, 2012. *Caraterização dos principais grupos hoteleiros portugueses*, s.l.: Turismo de Portugal.

TP, 2014. *Boas Práticas Ambientais - Empreendimentos Turísticos*, s.l.: Turismo de Portugal.

UE, 2014. *Um quadro político para o clima e a energia no período de 2020 a 2030*, s.l.: União Europeia.

Apêndices

Apêndice A

Tendo como referência os vários tipos de consumo de energia primária verificados no ano de 2013, as respetivas conversões serão, para cada fonte primária de energia, as seguintes:

Eletricidade:

No Diário da República n.º 122/2008 (Despacho n.º 17313, 2008) vem a correspondência de que um 1 kWh é equivalente a 215×10^{-6} tep, expressa pela Equação 1 :

$$\begin{aligned} \text{Eletricidade} &= \text{Quantidade (kWh)} \times \text{Factor conversão (tep/kWh)} \\ &= 2878475 \text{ kWh} \times (215 \times 10^{-6}) \text{ tep/kWh} \\ &= 618,9 \text{ tep} \end{aligned} \qquad \text{Equação 1}$$

Gás propano:

As características do gás propano, cuja fórmula química é C₃H₈, tem como fator de conversão: 41868 MJ equivale a 1 tep.

Para o cálculo do PCI (Poder Calorífico Inferior) tem-se um PCI de 45,8 MJ, próximo dos 46 MJ referente ao gás de petróleo líquido.

Nos cálculos seguintes escolheu-se o valor do PCI do gás de 45,8 MJ/kg, para se determinar a energia em tep, contida em 110911,00 kg deste gás e expressa pela Equação 2:

$$\begin{aligned} E_{\text{gás}} &= \text{Quantidade (kg)} \times \text{PCI (MJ/kg)} \\ &= 110\,911,00 \text{ kg} \times 45,8 \text{ MJ/kg} \\ &= 5079723,8 \text{ MJ} \end{aligned} \qquad \text{Equação 2}$$

No referido despacho, vem a fórmula de conversão das unidades de MJ para tep, obtêm-se o seguinte valor (Equação 3):

$$= 5079723,8 \text{ MJ} \div 41868 \text{ MJ} = 121,3 \text{ tep} \qquad \text{Equação 3}$$

Apêndice B

O consumo anual de energia (real faturas), representa um total de 912.865,2 kgep/ano, Tabela A.1.

- Consumo anual de energia (real faturas)= 7866426,6 + 126438,5=7992865,1 kgep/ano;

Tabela A.1 - Consumo anual de eletricidade e de gás propano entre 1 janeiro 2013 e 31 de dezembro 2013

Mês	Consumos de energia totais					Custos de energia totais (sem impostos)		
	Eletricidade		Gás propano		Total	Eletricidade	Gás propano	Total
	kWh	kgep	kg	kgep	kgep	Euros		
Janeiro	228 465	66 254,9	10 642	12 131,9	78 386,7	8 065,20 €	11 593,70 €	19 658,90€
Fevereiro	205 465	59 584,9	7 658	8 730,1	68 315,0	7 252,29€	7642,30€	14 894,59€
Março	222 413	64 499,8	11 275	12 853,5	77 353,3	7867,00€	11 481,33€	19348,33€
Abril	235 569	68 315,0	6 844	7 802,2	76 117,2	8292,03€	6734,63€	15026,66€
Maiο	249 307	72 299,0	8 870	10 111,8	82 410,8	8755,60€	8342,94€	17098,54€
Junho	248 235	71 988,2	6 495	7 404,3	79 392,5	8674,41€	5712,87€	14387,28€
Julho	264 583	76 729,1	8 439	9 620,5	86 349,5	9238,02€	7422,78€	16660,80€
Agosto	301 924	87 558,0	12 542	14 297,9	101 855,8	10 477,30€	12 016,99€	22494,29€
Setembro	276 946	80 314,3	10 020	11 422,8	91 737,1	9613,11€	9565,39€	19178,50€
Outubro	253 660	73 561,4	10 407	11 864,0	85 425,4	8850,20€	9718,47€	18568,67€
Novembro	219 278	63 590,6	8 045	9 171,3	72 761,9	7802,71€	7812,82€	15615,53€
Dezembro	5 971	1 731,6	9 674	11 028,4	12 760,0	335,23€	10 177,92 €	10 513,15€
Total	2 711 816	786 426,6	110 911	126 438,5	912 865,2	95 223,08€	108 222,16€	203 445,23€
Média mensal	225 985	65 535,6	9 243	10 536,5	76 072,1	7935,26€	9018,51€	16953,77€

Anexos

Anexo A

A etiqueta energética informa o consumidor da classe de eficiência energética de um equipamento, Figura A.1. As etiquetas têm uma parte comum que faz referência à marca, denominação do aparelho e classe energética. Existem 7 classes de eficiência identificadas por um código de cores e letras, que vão desde o verde para a letra A, no caso dos equipamentos mais eficientes, até ao vermelho para a letra G, no caso de equipamentos menos eficientes (HES, 2011 a).

Os equipamentos de restauração e lavandaria devem ter uma classe energética elevada (classe A, A+ ou A ++), dado que estes serviços são responsáveis por uma parte relevante do consumo de energia nos hotéis.

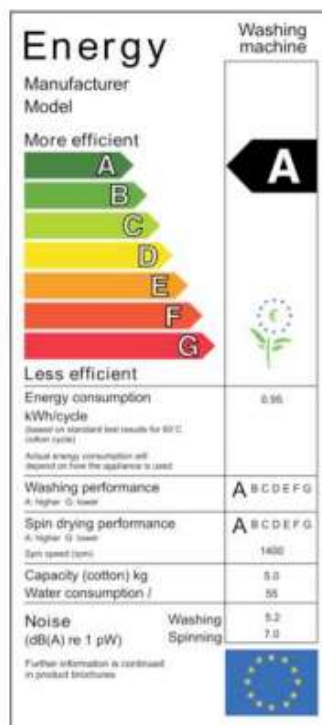


Figura A.1 – Exemplo de uma etiqueta energética da UE (HES, 2011 a)

Anexo B

A tarifa aplicada em Média Tensão (MT), baseada no ciclo horário diário (EM, 2015), Tabela A.2.

Tabela A.2 – Ciclo horário diário

Tarifas	Hora de Inverno Início	Hora de Inverno Final	Hora de Verão Início	Hora de Verão Final
Vazio Normal	00:00 06:00	02:00 07:00	00:00 06:00	02:00 07:00
Super Vazio	02:00	06:00	02:00	06:00
Cheias	07:00 12:00 21:00	09:30 18:30 00:00	07:00 12:15	09:15 00:00
Pontas	09:30 18:30	12:00 21:00	09:15	12:15