



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Engenharia

Proposta de Medidas de Eficiência Energética para uma Unidade Hoteleira Estudo de caso

André Nuno Duarte Martins

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Alexandre Borges de Miranda
Coorientadora: Prof. Doutora Tânia Daniela Felgueiras de Miranda Lima

Covilhã, outubro de 2017

“I have no special talent. I’m only passionately curious.”

Albert Einstein

Agradecimentos

A elaboração desta dissertação não teria sido possível sem a colaboração, estímulo, tutoria e empenho de diversas pessoas com as quais tive oportunidade de privar. Desta forma, deixo apenas algumas palavras, mas um profundo sentimento de reconhecimento e gratidão.

Gostaria, de expressar todo o meu agradecimento ao Professor Doutor Alexandre Borges de Miranda por toda a dedicação, conhecimento e capacidade de orientação. Foi fundamental no processo de enriquecimento da minha formação académica e pessoal.

Do mesmo modo e apreço, agradeço à Professora Doutora Tânia Daniela Felgueiras de Miranda Lima por todo o empenho, motivação e apoio despendido. Muito obrigado por toda a disponibilidade e sentido crítico que me fez aventurar ainda mais.

Ao Doutor Bruno Fernandes, Diretor Geral do Luna Hotel Serra da Estrela e ao Engenheiro Vítor Soares, o meu profundo agradecimento por todo o tempo e informações despendidas durante a elaboração desta dissertação. Obrigado pela confiança demonstrada.

À minha família, em especial aos meus Pais e Irmão o muito obrigado por sempre acreditarem em mim, naquilo que faço. Agradeço do fundo do coração por me ensinarem a ousar, a persistir e acima de tudo, a ser curioso. Que esta etapa que agora termino, possa de alguma forma retribuir todo o amor demonstrado.

Por todo apoio diário, por transmitires força e confiança em todos os instantes, e por partilhares este momento comigo, obrigado Catarina!

A todos os meus amigos, em especial à Raquel, ao pessoal do pérola, ao Renan e a todos os meus colegas, agradeço por todos os momentos que direta ou indiretamente me ajudaram a construir o sonho que agora realizo.

Muito obrigado!

Resumo

Na conjuntura atual assistimos a uma acentuada escassez de recursos inerentes à produção de energia. O Conselho Europeu definiu a meta de redução de 20% do consumo de energia elétrica até 2020. Esta medida coloca cada cidadão, mas essencialmente, a política energética das organizações e indústrias à frente da racionalização do consumo de recursos. Em resposta a este objetivo urge a criação de Planos Nacionais como é o caso do PNAEE e PNAER, em concordância com os diplomas legais, normas regulamentares e com o referencial normativo ISO:50001 (sistema de gestão de energia). Considera-se a redução das faturas energéticas como uma medida fundamental a nível local em prol duma sustentabilidade global. Em Portugal, o sector da hotelaria e do turismo destaca-se cada vez mais na contribuição para o PIB nacional e, neste sentido, acarreta uma responsabilidade ambiental que deve ser considerada.

No alojamento hoteleiro o maior consumo de energia (32%) diz respeito a ações de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC). Este valor deve ser rentabilizado ao máximo por forma a evitar uma baixa eficiência. No presente estudo, avaliaram-se diversos fatores num hotel em localização montanhosa: a análise de equipamentos de AVAC, águas quentes sanitárias (AQS) e iluminação, eliminação de desperdícios e sugestões de boas práticas. Através de dados recolhidos e/ou estimados foram identificadas as necessidades energéticas do hotel e dos equipamentos existentes. Com o objetivo de otimizar o panorama atual é proposto a substituição da caldeira biomassa e a substituição das lâmpadas por tecnologia LED, ações essas que promovem a poupança energética em aproximadamente 50%. São também propostas medidas de isolamento de tubagem e também a adoção de sistemas redundantes.

Palavras-chave Sustentabilidade; Hotelaria; Eficiência Energética, LED, Climatização.

Abstract

Nowadays we are in a marked absence of resources inherent to the production of energy. The European Council has set a target for reducing energy consumption by 20% until 2020. This measure is increasingly important for energetic politics of organizations and industries in front of the rationalization of resource consumption. In response to this objective, national strategies were created such as the PNAEE and PNAER, in accordance with legislative norms, as an ISO: 50001. The reduction of energy bills is considered the as a fundamental measure at local level in order to enhance global sustainability. In Portugal, the hospitality sector stands increasingly as a national GDP contributor and thereby, it entails an environmental responsibility.

In the hotel accommodation the highest energy consumption (32%) is related to ventilation and air conditioning (HVAC). Energy efficiency in these activities must be maximized in order to avoid costs and lower emissions. In the present study, several factors are assessed in a hotel on a mountainous location: an evaluation of HVAC equipment, hot sanitary waters (HSW) and lighting, the reduction of waste of recourses and the imposition of good practices. Through collected and/or estimated data, the hotel energy needs were identified and the existing equipment was analyzed. In conclusion, in order to improve the current scenario and the strategy adopted, this study propose a replacement of the biomass boiler and replacement for LED technology, thus promoting a reduction of energy consumption of approximately 50%. Pipe insulation is also proposed, and alongside the creation of redundant systems.

Keywords Sustainability; Hospitality; Energy Efficiency, LED, Climate Control.

Índice

Agradecimentos	v
Resumo	vii
Abstract	ix
Índice	xi
Lista de Figuras.....	xiii
Lista de Tabelas	xv
Lista de Acrónimos	xvii
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 O Setor Hoteleiro no Contexto Nacional.....	4
1.3 Motivação	5
1.4 Objetivos.....	7
1.5 Metodologia	7
2. Legislação Energética	9
2.1. Política Energética Europeia (Diretiva 2012/27/UE)	9
2.2. Estratégia Nacional	9
2.2.1. Planos Nacionais	11
2.2.1.1. PNAEE 2016.....	12
2.2.1.2. PNAER 2020	13
2.3. Norma EN ISO 50001	15
2.3.1. Requisitos Gerais	16
2.3.2. Planeamento Energético	17
3. Características Energéticas.....	19
3.1. Consumos Padrão dos Hotéis Europeus e Nacionais.....	19
3.2. Fontes de Energia e Emissões de CO ₂	20
3.3. Fatores que Influenciam o Consumo de Energia	21
3.3.1. Sistema AVAC	23
3.3.2. Águas Quentes Sanitárias	24
3.3.3. Sistema de Iluminação.....	25
4. Caso de Estudo.....	29
4.1. O Luna Hotel Serra da Estrela.....	29
4.2. Equipamentos de Climatização	31
4.3. Equipamentos de Águas Quentes Sanitárias (AQS)	34
4.3.1. Caldeira Biomassa Industrial	34
4.3.2. Queimador/Caldeira a Gasóleo	37
4.3.3. Cilindros de Armazenamento de Água	39
5. Caldeira a Biomassa.....	41

5.1.	Avaliação da Caldeira a Biomassa	41
5.1.1.	Potência Útil.....	42
5.1.2.	Tempo de Aquecimento.....	43
5.1.3.	Estudo da Substituição da Caldeira.....	43
5.1.4.	Poupança Económica e Emissões de CO ₂ Esperadas	45
6.	Sistema AVAC	49
6.1.	Avaliação das Unidades de Ar Condicionado.....	49
6.2.	Potência Útil	51
6.3.	Avaliação do Sistema Instalado	52
6.4.	Localização dos Módulos AC e Sugestão	53
7.	Condicionantes de funcionamento/eficiência	59
7.1.	Isolamento térmico.....	59
7.1.1.	Isolamento térmico das AQS	59
7.1.1.1.	Materiais de Isolamento	66
7.2.	Sistemas redundantes	66
7.2.1.	Motores de distribuição de AQS	67
8.	Sistema de Iluminação	69
8.1.	Panorama atual.....	69
8.2.	Estudo para a substituição.....	70
8.3.	Quantificação da poupança energética	73
8.4.	Período de Retorno Simples (<i>Payback Period</i>).....	76
9.	Conclusões	79
9.1.	Resultados e discussão	79
10.	Bibliografia	81
	Anexos.....	85

Lista de Figuras

FIG. 1 - COMPARAÇÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO MUNDIAL EM 2015 [MTEP]	2
FIG. 2 - COMPARAÇÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO MUNDIAL DESDE 2000 ATÉ 2015 [MTEP]	2
FIG. 3 - CONSUMO DE ENERGIA PRIMÁRIA TOTAL DESDE 2000 E 2015 [MTEP]	3
FIG. 4 - EVOLUÇÃO DOS ESTABELECIMENTOS HOTELEIROS ENTRE 1962 E 2015	4
FIG. 5 - REPARTIÇÃO POR TECNOLOGIA DA ENERGIA COMERCIALIZADA PELA EDP EM 2016	5
FIG. 6 - EVOLUÇÃO MENSAL DA ENERGIA CONSUMIDA, POR TECNOLOGIA	6
FIG. 7 - SÍNTESE GLOBAL DOS IMPACTOS DO PNAEE 2016 - POUPANÇA ENERGIA PRIMÁRIA [TEP].	12
FIG. 8 - HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO DA POTÊNCIA INSTALADO FER EM PORTUGAL.	13
FIG. 9 - EVOLUÇÃO ESTIMADA DA CAPACIDADE INSTALADA FER.	14
FIG. 10 - MODELO ESQUEMÁTICO PARA UM SISTEMA DE GESTÃO DE ENERGIA.	15
FIG. 11 - REPRESENTAÇÃO CONCEPTUAL DO DESEMPENHO ENERGÉTICO.	17
FIG. 12 - DIAGRAMA DO PROCESSO DE PLANEAMENTO ENERGÉTICO.	17
FIG. 13 - CONSUMO TOTAL DE ENERGIA NAS ÁREAS DE ALOJAMENTO, RESTAURAÇÃO E AGÊNCIAS DE VIAGEM E OPERADORES EM 2010 [GJ/%]	19
FIG. 14 - DEMONSTRAÇÃO GRÁFICA DOS CONSUMOS ESPECÍFICOS DE ENERGIA FINAL DE HOTÉIS DE 4 E 5 ESTRELAS (DIREÇÃO GERAL DE ENERGIA - MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2002).	20
FIG. 15 - COMPARAÇÃO DE USO DAS PRINCIPAIS FONTES ENERGÉTICAS [GJ/%] PELO SETOR HOTELEIRO.	21
FIG. 16 - EXEMPLO DE UMA VÁLVULA TERMOSTÁTICA.	24
FIG. 17 - EXEMPLO DE UMA TORNEIRA PROGRAMÁVEL.	25
FIG. 18 - COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENTRE LÂMPADAS COMUNS INCANDESCENTES, HALOGÉNEAS, FLUORESCENTES E LED.	26
FIG. 19 - EXEMPLO DE UM REGULADOR DE FLUXO LUMINOSO.	27
FIG. 20 - TURISMO NAS PENHAS DA SAÚDE E A PENSÃO SERRA DA ESTRELA (À ESQUERDA NA FOTO), NOS ANOS 30 DO SÉCULO XX.	29
FIG. 21 - HOTEL SERRA DA ESTRELA, NOS ANOS 50 DO SÉCULO XX.	30
FIG. 22 - HOTEL SERRA DA ESTRELA NOS ANOS 70 DO SÉCULO XX.	30
FIG. 23 - ESQUEMA DA CONSTITUIÇÃO DO NÚMERO DE QUARTOS.	31
FIG. 24 - MÓDULOS DE AC INSTALADOS NA ALA CENTRO DO HOTEL.	32
FIG. 25 - MODO DE BACKUP DO SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO.	33
FIG. 26 - ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO DA CALDEIRA INSTALADA NO HOTEL EM ESTUDO.	34
FIG. 27 - FOTOGRAFIA DA CALDEIRA A BIOMASSA INSTALADA NA CASA DAS MÁQUINAS NO HOTEL.	36
FIG. 28 - SILO QUE ALIMENTA A CALDEIRA AUTOMATICAMENTE.	36
FIG. 29 - DISPLAY DO QUADRO DE CONTROLO DA CALDEIRA.	37
FIG. 30 - QUEIMADORES/CALDEIRAS A GASÓLEO INSTALADOS NO HOTEL.	38
FIG. 31 - CILINDRO DE ARMAZENAMENTO DE AQS INSTALADO NO HOTEL.	39
FIG. 32 - TERMÓMETRO DE UM DOS CILINDROS DE ARMAZENAMENTO DE AQS.	40
FIG. 33 - ZONAS CLIMÁTICAS DE INVERNO EM PORTUGAL CONTINENTAL.	49
FIG. 34 - ZONAS CLIMÁTICAS DE VERÃO EM PORTUGAL CONTINENTAL.	50
FIG. 35 - LOCALIZAÇÃO DAS UNIDADES EXTERNAS DE AR CONDICIONADO.	53
FIG. 36 - INFORMAÇÕES METEOROLÓGICAS DAS PENHAS DA SAÚDE DESCRIMINADAS PELOS MESES DO ANO.	54
FIG. 37 - DIAGRAMA PARA O PROCESSO DE AQUECIMENTO COM DESUMIDIFICAÇÃO.	56
FIG. 38 - TUBAGENS E VÁLVULAS EXISTENTES NA CASA DAS MÁQUINAS.	59
FIG. 39 - ESQUEMA QUE IDENTIFICA AS DIVERSAS CAMADAS DO TUBO E DO ISOLANTE TÉRMICO.	60
FIG. 40 - EXEMPLO DE UM ISOLAMENTO A UMA VÁLVULA.	65
FIG. 41 - MOTORES RESPONSÁVEIS PELA CIRCULAÇÃO DAS AQS.	67
FIG. 42 - DIAGRAMA DO SISTEMA REDUNDANTE SUGERIDO PARA OS MOTORES ELÉTRICOS.	68
FIG. 43 - PHILIPS MASTER LED BULB.	71
FIG. 44 - RAYHOO E27 LIGHT BULB.	71
FIG. 45 - PHILIPS LED GU10 SPOT	71

Lista de Tabelas

TABELA 1 - COMPARAÇÃO DAS METAS DE 2016 E 2020. VALOR TOTAL E ESPECÍFICO PARA RESIDENCIAL E SERVIÇOS.	13
TABELA 2 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS MÓDULOS DE AC INSTALADOS NO HOTEL.	33
TABELA 3 - DADOS TÉCNICOS DA CALDEIRA INSTALADA NO HOTEL.	35
TABELA 4 - DADOS TÉCNICOS DAS CALDEIRAS A GASÓLEO INSTALADAS NO HOTEL.	38
TABELA 5 - COMPARAÇÃO ENTRE MODELO ATUAL E MODELO SUGERIDO.	44
TABELA 6 - TEMPOS DE AQUECIMENTO PARA AS DIFERENTES NECESSIDADES DO HOTEL.	44
TABELA 7 - COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA ENTRE COMBUSTÍVEIS.	45
TABELA 8 - ESTIMATIVA DOS CONSUMOS ATUAIS DO HOTEL.	45
TABELA 9 - ESTIMATIVA DOS CONSUMOS SUGERIDOS.	46
TABELA 10 - ESTIMATIVA DE CONSUMOS COM OS EQUIPAMENTOS ATUAIS PARA O CASO CRÍTICO/HORA.	46
TABELA 11 - ESTIMATIVA DE CONSUMOS COM OS EQUIPAMENTOS SUGERIDOS PARA O CASO CRÍTICO/HORA.	46
TABELA 12 - ESTIMATIVA DE CONSUMOS COM OS EQUIPAMENTOS ATUAIS PARA O CASO IDEAL/HORA.	47
TABELA 13 - ESTIMATIVA DE CONSUMOS COM OS EQUIPAMENTOS SUGERIDOS PARA O CASO IDEAL/ANO.	47
TABELA 14 - ESTIMATIVA DOS CONSUMOS ANUAIS ATUAIS E SUGERIDOS, PARA O CASO IDEAL.	47
TABELA 15 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE UMA UNIDADE DE AR CONDICIONADO.	51
TABELA 16 - ESTIMATIVA DA NECESSIDADE DE POTÊNCIA ÚTIL POR TIPO DE QUARTO.	52
TABELA 17 - TEMPERATURA E HUMIDADE RELATIVA DOS MESES SELECIONADOS PARA A INVESTIGAÇÃO.	55
TABELA 18 - COMPARAÇÃO DA PERDA DE CALOR ENTRE UM SISTEMA DE CANALIZAÇÃO COM, E SEM ISOLAMENTO TÉRMICO.	65
TABELA 19 - CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL DE ISOLAMENTO ARMAFLEX SH.	66
TABELA 20 - NÚMERO E TIPO DE LÂMPADAS DOS DIFERENTES ESPAÇOS.	69
TABELA 21 - NÚMERO TOTAL DE LÂMPADAS.	69
TABELA 22 - POTÊNCIA NECESSÁRIA PARA OS DIFERENTES TIPOS DE LÂMPADAS.	70
TABELA 23 - QUANTIDADE DE FLUXO LUMINOSO POR TIPO DE QUARTO.	71
TABELA 24 - REFERÊNCIA ATRIBUÍDA ÀS LÂMPADAS SUGERIDAS.	71
TABELA 25 - NÚMERO E MODELO DE LÂMPADAS SUGERIDAS POR TIPO DE QUARTO.	72
TABELA 26 - TOTAL DE POTÊNCIA INSTALADA PARA ILUMINAÇÃO, ATUAL E SUGERIDA.	72
TABELA 27 - TEMPO DE FUNCIONAMENTO DAS LÂMPADAS POR SEÇÕES DO HOTEL (ATUALMENTE).	73
TABELA 28 - TEMPO DE FUNCIONAMENTO DAS LÂMPADAS POR SEÇÕES DO HOTEL (SUGERIDO).	74
TABELA 29 - TARIFA TRANSITÓRIA DE VENDA A CLIENTES FINAIS EM BTE.	74
TABELA 30 - HORÁRIOS DE BAIXA TENSÃO ESPECIAL.	75
TABELA 31 - ESTIMATIVA DA TARIFA MÉDIA.	75
TABELA 32 - COMPARAÇÃO DA ENERGIA ANUAL CONSUMIDA ATUALMENTE E APÓS SUGESTÃO.	76
TABELA 33 - COMPARAÇÃO DOS CUSTO ANUAL ATUAL E APÓS SUGESTÃO.	76

Lista de Acrónimos

Geral:

AC	Ar Condicionado
AQS	Águas Quentes Sanitárias
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
BT	Baixa Tensão
BTE	Baixa Tensão Especial
CE	Concelho Europeu
CEI	Comunidade dos Estados Independentes
COP	<i>Coefficient Of Performance</i>
EER	<i>Energy Efficiency Ratio</i>
ER	Energias Renováveis
ERSE	Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos
EU	União Europeia
FER	Fontes de Energia Renovável
GT	Gestão de Topo
Hab	Habitante
IDE	Indicadores Desempenho Energético
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
Mtep	Mega toneladas equivalentes de petróleo
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
PE	Planeamento Energético
PIB	Produto Interno Bruto
PNAEE	Plano Nacional de Ação para Eficiência Energética
PNAER	Plano Nacional de Ação para Energias Renováveis
PVC	<i>Polyvinyl Chloride</i>
SCE	Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios
SEE	Sistemas de Energia Elétrica
SGE	Sistemas de Gestão de Energia
UE	União Europeia

Nomenclatura

A	Área [m ²]
C	Custos energéticos anuais [EUR/a]
COP	Coefficiente de desempenho (refrigeração)
C _p , C _v	Capacidade calorífica específica a pressão ou volume constantes [kJ/kg K]
E	Energia [KJ]
F	Energia do combustível
FESR	Fator de poupança da energia do combustível
H	Entalpia
h	Coefficiente de convecção natural [W/m ² K]

k	Coeficiente condutividade térmica [W/mK]
m	Massa [kg]
ma	Caudal Mássico
p	Pressão [bar]
PCI	Poder calorífico inferior [KJ/Kg]
PCS	Poder calorífico superior [Kj/Kg]
Q	Calor específico [KJ]
q	Calor transferido [kW]
QH,QL	Potência térmica ou calorífica [kW]
t	Tempo (s)
T	Temperatura, temperatura absoluta [°C],[K]
TER	Reservatório de energia térmica
U	Coeficiente global de transferência de calor [W/m ² K]
U,u	Energia Interna, Energia interna específica [kJ],[kJ/kg]
v	Velocidade de escoamento [m ² /s]
V,v	Volume, volume específico [m ³],[m ³ /kg]
W,w	Trabalho, trabalho por unidade de massa [kJ],[kJ/kg]
$w1,w2$	Humidade absoluta
\dot{V}	Caudal volumétrico [m ³ /s]
\dot{W}	Potência mecânica
β	Coeficiente de expansão térmica [k ⁻¹]
ρ	Massa volúmica [kg/m ³]

1. Introdução

1.1 Enquadramento

As alterações climáticas são cada vez mais uma preocupação para as empresas nacionais, europeias e mundiais. A necessidade de reduzir consumos de energia, poluição e concomitantes gastos financeiros proporcionou um grande avanço tecnológico, permitindo, aumentar a eficiência no uso das fontes de energia.

Após anos de negociações, foi aprovado em 12 de Dezembro de 2015 o “Acordo de Paris”, um tratado no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC) com o objetivo de limitar o aumento da temperatura média global a não mais que 2º Celsius. O facto de mais de 165 países terem anunciado que iriam assinar o Acordo logo no primeiro dia, surpreendeu a organização e permitiu constatar que a implementação de medidas, na realidade não é só uma preocupação das empresas, mas sim global (Gelbert, 2016).

A influência humana no sistema climático é evidente (IPCC, 2017), e o consumo excessivo de energia elétrica, proveniente de fontes não renováveis, é um dos reflexos dessa influência negativa. É necessário haver um compromisso de sustentabilidade, pois a capacidade de regeneração dos recursos e dos ecossistemas poderá ser comprometida. O problema do desenvolvimento sustentável e da eficiência energética tem um papel indicativo sobre a forma como as culturas atuam e, concomitantemente, deve ser tomada uma consciência de que uma posição ecologicamente ativa é necessária para o presente e o futuro das gerações (Centro de Informação Regional das Nações Unidas para a Europa Ocidental, 2016).

O crescimento demográfico e o conseqüente aumento de consumo energético levaram a que um grupo de pessoas ilustres se reunissem para debater um vasto conjunto de assuntos relacionados com o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável. Este grupo ficou conhecido como o “Clube de Roma”. Em 1972, foi publicado o primeiro relatório intitulado *Os Limites do Crescimento*, desenvolvido por uma equipa do Massachusetts Institute of Technology (MIT), onde foram apresentadas previsões sobre as conseqüências do crescimento rápido da população mundial considerando os recursos naturais limitados. Através de modelos matemáticos, chegaram à conclusão que a Terra não suportaria o ritmo de crescimento populacional devido à pressão gerada sobre os recursos naturais energéticos e ao aumento da poluição (Corazza, 2005).

Segundo dados do Enerdata (2016), como pode ser observado na Fig. 1, a China lidera a lista de Países com maiores consumos de energia, aproximadamente 3,101 Mtep seguido dos Estados Unidos com 2,196 Mtep. Os seguintes países apresentam valores inferiores, como a Índia que tem 882 Mtep de consumo, porém são ainda valores muito consideráveis e confirmam a tendência de um crescimento, inclusivamente tecnológico cada vez mais

dependente de fontes energéticas. Desde 2000 até 2015 apenas a Europa e os Estados Unidos mantiveram um consumo estável, tendo em conta o aumento populacional e a evolução da indústria, o que pode ser considerado como um fator positivo. Todas as restantes regiões, como a América Latina, a África e a Comunidade dos Estados Independentes (CEI), tiveram um aumento de consumos energéticos, embora pequeno comparando com a Ásia, valores que não deixam de ser consideráveis e preocupantes, como pode ser analisado na Fig. 2.

China	3,101
United States	2,196
India	882
Russia	718
Japan	435
Germany	305
Brazil	299
South Korea	280
Canada	251
France	246
Iran	244
Indonesia	227

Fig. 1 - Comparação do consumo energético mundial em 2015 [Mtep] (Enerdata, 2016)

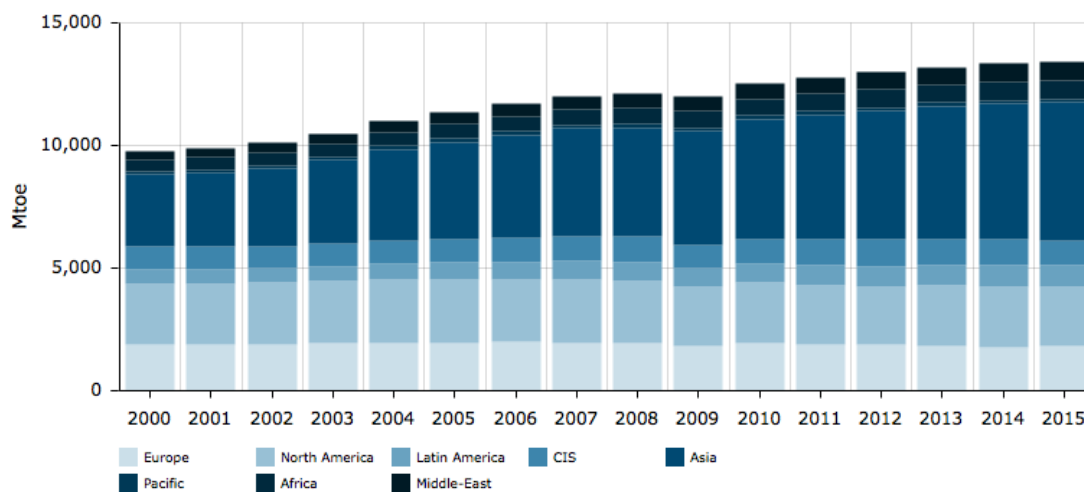


Fig. 2 - Comparação do consumo energético mundial desde 2000 até 2015 [Mtep] (Enerdata, 2016)

Portugal seguiu uma tendência favorável, comum a toda a Europa entre 2000 e 2015, tendo-se verificado um pequeno pico nos consumos em 2005. Porém, após este período, conseguiu descer quase 10 Mtep até 2014, conforme pode ser observado na Fig. 3. Podem ser considerados muitos fatores, desde políticos a industriais, mas a crise pela qual Portugal passou pode ter sido um fator fundamental nesta descida (International Energy Agency, 2009).

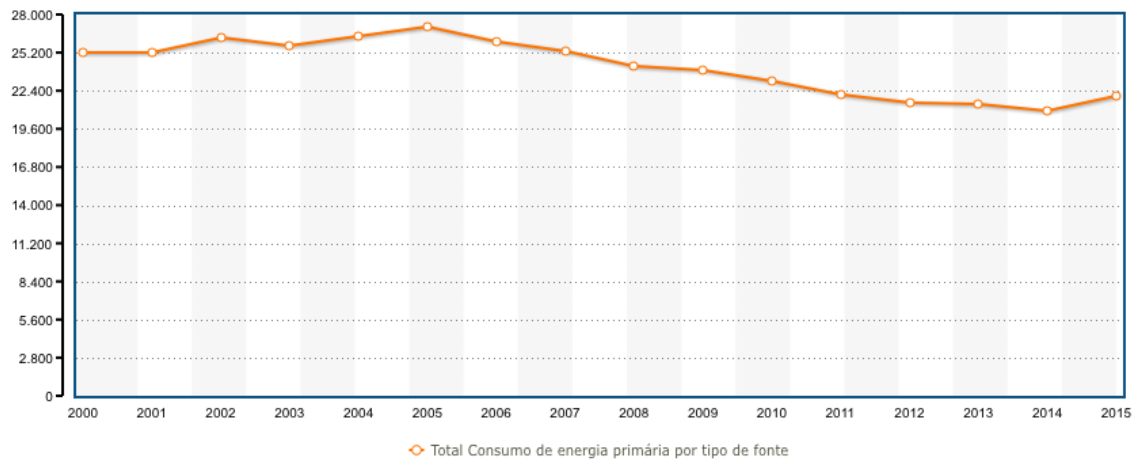


Fig. 3 - Consumo de energia primária total desde 2000 e 2015 [Mtep] (DGEG/Mec, 2017)

Se há algum fator positivo que pode ser retirado de uma crise económica é o facto de estas estimularem a redução de custos. A procura por métodos alternativos que reduzam as faturas energéticas tornou-se uma prioridade nas organizações, o que conduziu ao aumento da competitividade entre as organizações e reduziu o impacte ambiental simultaneamente (Unar, 2016). As unidades hoteleiras são um setor que apresenta uma necessidade energética muito elevada, e apesar de os indicadores demonstrarem que houve um “crescimento sustentável”, há sempre a possibilidade de melhorias (Bott, 2014).

De acordo com a base de dados Pordata, em Portugal o número de hotéis quase duplicou entre 2002 e 2012, este crescimento ronda os 90% com um aumento de 520 para 988 unidades. Os últimos dados existentes correspondem a 2014 e referem que existiam 2695 hotéis a operar em Portugal, valores muito significativos na economia interna nacional, mas também regional. As Penhas da Saúde, devido à sua localização na encosta da serra mais alta de Portugal continental, contribuem para o desenvolvimento da atividade hoteleira (Pordata, 2015).

1.2 O Setor Hoteleiro no Contexto Nacional

De acordo com a Organização Mundial de Turismo, segundo dados de 2006, Portugal é um dos 20 maiores destinos do mundo. Em 2007, mais de 12 milhões de turistas visitaram Portugal. Este é amplamente reconhecido na Europa pelo sol, pelas praias, pela gastronomia e pela sua herança cultural, patrimonial e religiosa (Ribeiro, 2017).

O setor hoteleiro acompanhou a evolução da procura demonstrada pelo público nacional e estrangeiro, e no período desde 1962 até 2015 as instalações hoteleiras quase triplicaram.

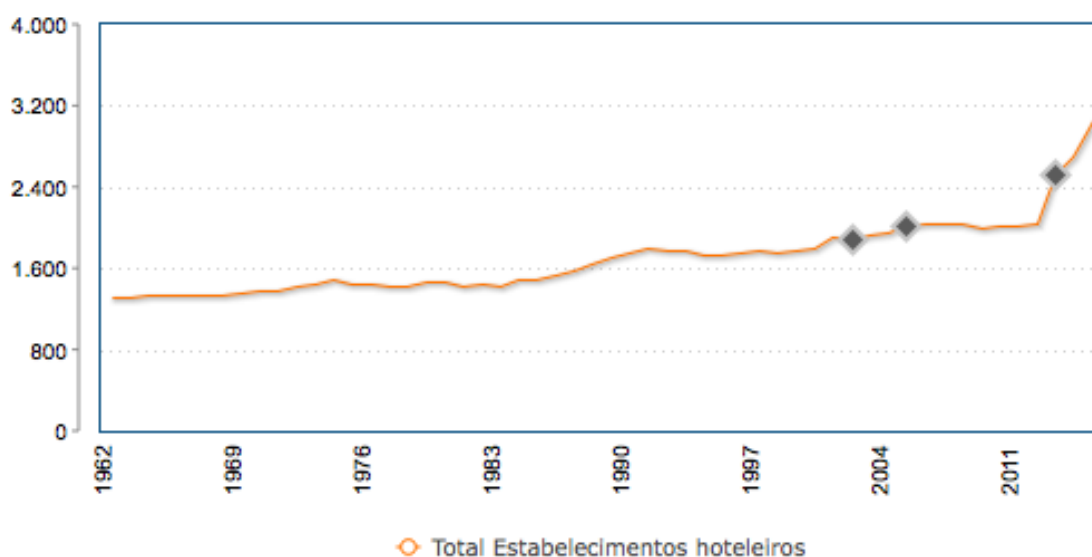


Fig. 4 - Evolução dos estabelecimentos hoteleiros entre 1962 e 2015 (Brasileiro, 2011)

Em 1962 estavam contabilizados 1310 estabelecimentos hoteleiros, sendo o número de hotéis e pensões 192 e 1066 respetivamente. Na restante tipologia como estalagens, pousadas, motéis, hotéis-apartamentos e aldeamentos turísticos não existia qualquer tipo de estabelecimento. Estes valores sofreram alterações com o passar dos anos, numa vertente de crescimento populacional, os valores referentes a 2015 indicam 3041 unidades hoteleiras, sendo que 1164 são hotéis, 398 pensões, 36 estalagens, 36 pousadas, 11 motéis, 141 hotéis-apartamentos e 45 aldeamentos turísticos. (Brasileiro, 2011)

O turismo é um sector que contribui muito para o bem-estar económico do país. Para além do seu impacto no Produto Interno Bruto (PIB) e do seu papel na criação de emprego, investimento e rendimento, é-lhe também reconhecida a função de “motor” de desenvolvimento de outras atividades económicas (Daniel, 2010). Em 2007, o turismo contribuiu diretamente para 6.5% do PIB, ou seja, com cerca de 10.400 milhões de euros (Silva, 2007).

1.3 Motivação

Atualmente, as responsabilidades social e ambiental são fatores de carácter obrigatório a serem tidos em consideração. Os estudos de métodos alternativos para a produção de energia elétrica com menores emissões de CO₂, maior eficiência energética e fontes de origem renovável estão no seu pico, e cabe à geração futura seguir estas pegadas e lutar por um Mundo mais sustentável, o qual tem de ser resguardado da atual exploração energética sem limites.

Portugal possui um histórico positivo quanto à introdução e investimento nas energias renováveis, sendo que a primeira legislação referente à cogeração remonta ao século passado, mais propriamente 1996, na qual foram estabelecidas disposições técnicas e de segurança relativas ao estabelecimento e exploração das instalações de cogeração (Portaria nº 347/96 de 8/8/1996).

Porém, por não possuir reservas naturais de combustíveis fósseis, o país depende quase exclusivamente da importação destes recursos. É então necessário aproveitar ao máximo o rendimento dos mesmos. Embora as fontes de energias eólicas e hídricas ocupem uma grande fatia no bolo do sistema de energia elétrica (SEE) nacional, cerca de 60%, fontes fósseis como o carvão ou o gás natural preenchem 10% da produção total (EDP, 2016).

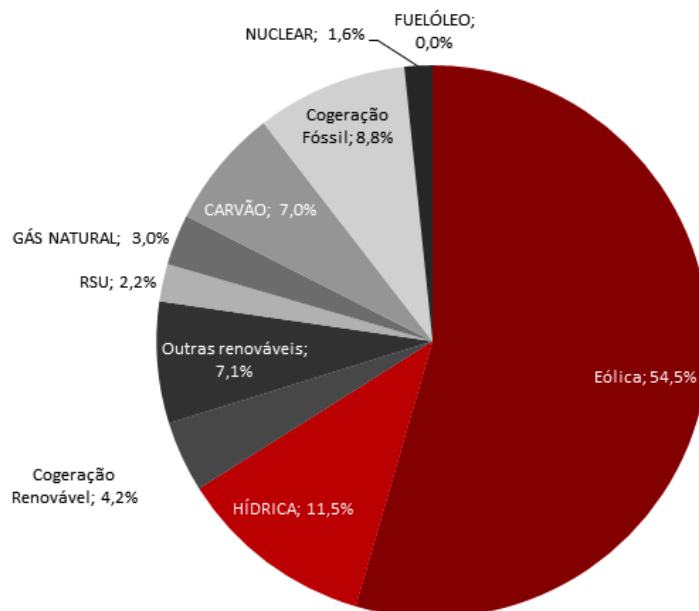


Fig. 5 - Repartição por tecnologia da energia comercializada pela EDP em 2016 (EDP, 2016)

Através da Fig. 5, é possível verificar que existe uma dependência destas fontes de energia para completar a procura total mensal, tornando-se assim lógico que um aproveitamento mais eficiente da energia proveniente destas fontes fósseis reduzirá o consumo das mesmas, assim como o número das importações e todas as desvantagens que estas acarretam.

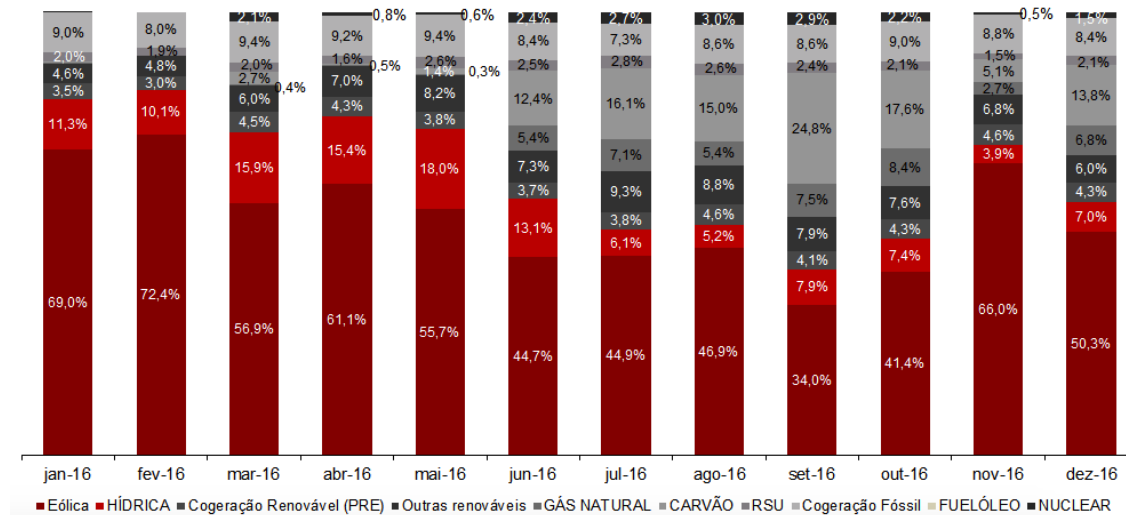


Fig. 6 - Evolução mensal da energia consumida, por tecnologia (EDP, 2016)

A percentagem de energia elétrica proveniente de fontes renováveis, como a eólica e a hídrica, ocupa em média 53% e 10%, respetivamente, do total consumido em Portugal, o que se pode interpretar como uma consciencialização da importância de preservar o meio ambiente, conforme se verifica através da leitura da Fig. 6.

Tendo em consideração a base científica e todos os aspetos referidos anteriormente, as inúmeras vantagens e benefícios de uma revolução tecnológica baseada na sustentabilidade ambiental, aliada a um fascínio especial por esta temática, estimularam e impulsionaram a realização desta dissertação. Não esquecendo a vertente da Engenharia e Gestão Industrial, uma formação que fornece proximidade com características reais das empresas e indústrias, tornou-se muito satisfatório e motivante poder trabalhar com valores, equipamentos, problemas e soluções reais, e poder apresentar uma proposta de ações que poderão permitir reduzir a fatura elétrica da unidade hoteleira estudada.

A vontade de desenvolver um projeto pessoal, relacionado com o estudo de viabilidade e autoconsumo num setor tão importante para a economia portuguesa, e característico da minha cidade estudantil e natal, ajudou-me nos momentos mais difíceis a seguir em frente e a esmiuçar as questões mais pertinentes.

1.4 Objetivos

A presente dissertação tem como principal objetivo o desenvolvimento de um plano de ação para a implementação de medidas que proporcionem o aumento da eficiência energética num hotel em localização montanhosa sujeito a condições climatéricas muito específicas, o Luna Hotel Serra da Estrela, situado no Parque Natural Serra da Estrela. Tendo como meta a redução da fatura energética e a pegada ecológica desta unidade hoteleira, são avaliados os equipamentos responsáveis pela climatização das áreas destinadas aos hóspedes, equipamentos de produção de águas quentes sanitárias e os sistemas de iluminação. Complementarmente são estudadas ações de boas práticas que poderão ser implementadas, caso se verifique a necessidade para tal.

Inicialmente são avaliadas as necessidades térmicas e energéticas do edifício com base numa recolha de dados. Após este passo, é feita a avaliação dos equipamentos instalados percebendo se estes são os mais indicados para as funções que desempenham e se existe a possibilidade de reduzir o consumo energético associado à produção de energia térmica e elétrica. O mesmo procedimento é aplicado ao sistema de iluminação, que é alvo de avaliação da hipótese de existir a migração para um sistema de tecnologia LED.

A aplicação destas medidas visa a redução do consumo de energias e o funcionamento eficiente das ações de climatização que promovam a melhoria das condições de conforto nos espaços destinados aos hóspedes.

1.5 Metodologia

Pretende-se, através de uma recolha de dados, aferir qual é a eficiência energética atual, verificar se existem limitações operacionais ou eventuais falhas, e apresentar uma proposta de ações a implementar que se traduzam numa melhor eficiência energética e consequentemente na diminuição da fatura energética.

O processo de investigação decorre por etapas, sendo elas:

- Revisão bibliográfica do estado da arte;
- Estudo dos requisitos da Norma ISO:50001 e dos Planos Nacionais existentes;
- Identificação e estudo do funcionamento dos elementos consumidores de energia do hotel;
- Perceção de possíveis falhas existentes nos sistemas de monitorização, tubagem, controlo entre outros;
- Redimensionamento de equipamentos para suprimento de necessidades energéticas;
- Apresentação de um plano de ação.

Para suportar toda a investigação, foi realizada uma revisão bibliográfica de modo a perceber quais serão as melhores soluções para os problemas que possam surgir. Existe muita informação que poderá ser usada, contudo, é importante fazer uma triagem e identificar aquela que é realmente fundamental. Tendo como base de suporte a política energética europeia (diretiva 2012/27/UE), a Norma ISO 50001:2011 e as suas ferramentas, pretende-se maximizar a eficiência energética do referido hotel.

2. Legislação Energética

2.1. Política Energética Europeia (Diretiva 2012/27/UE)

O Conselho Europeu, de 8 e 9 de março de 2017 concluiu que existia a necessidade de aumentar a eficiência energética na União Europeia, com o objetivo de reduzir em 20% o consumo de energia primária até 2020. As projeções indicaram um consumo de energia primária de 1842 Mtep em 2007, sendo que a redução anunciada pretende fixar o valor do consumo nos 1474 Mtep em 2020.

A 17 de junho de 2010 foi criada a estratégia da União Europeia (UE) para o crescimento e o emprego (“Estratégia Europa 2020”), com um período de dez anos, tem como objetivo criar as condições para um crescimento inteligente, sustentável e inclusivo. O CE confirma o objetivo da eficiência energética como um dos grandes objetivos da nova estratégia e indica que os Estados-Membros devem definir objetivos a nível interno e indicar os respetivos programas nacionais. (Diretiva 2012/27/EU de 25/10/2012)

2.2. Estratégia Nacional

Perante as condições impostas pelo Conselho Europeu no âmbito da eficiência energética, o Governo definiu as linhas estratégicas para o sector da energia, estabelecendo a Estratégia Nacional para a Energia (ENE), (aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 29/2010, de 15 de Abril de 2010, que substitui a anterior Resolução do Conselho de Ministros n.º 169/2005, de 24 de Outubro.)

As opções de política energética assumidas na ENE 2020 assumem-se como um fator de crescimento da economia, de promoção da concorrência nos mercados da energia, de criação de valor e de emprego qualificado em sectores com elevada incorporação tecnológica. É importante manter Portugal na fronteira tecnológica das energias alternativas, potenciando a produção e exportação de soluções com elevado valor acrescentado, que permitam ainda diminuir a dependência energética do exterior e reduzir as emissões de gases com efeito de estufa (Portal do Ministério da Economia da Inovação e do Desenvolvimento, 2010).

A Estratégia Nacional para a Energia (ENE 2020) assenta sobre cinco pilares principais, um conjunto de medidas focado nas prioridades e num enunciado de medidas que as permitem concretizar: (Portal do Ministério da Economia da Inovação e do Desenvolvimento, 2010)

1. Agenda para a competitividade, o crescimento e a independência energética e financeira;
2. Aposta nas energias renováveis;
3. Promoção da eficiência energética;
4. Garantia da segurança de abastecimento;
5. Sustentabilidade económica e ambiental;

Existem instrumentos legais que visam controlar e reduzir o consumo de energia nacional. Estes instrumentos constituem o Sistema de Certificação Energética e Qualidade do Ar Interior de Edifícios (SCE) e os regulamentos que o complementam, o Regulamento das Características de Comportamento Térmicos dos Edifícios (RCCTE, D.L. 80/2006 de 4 de abril) e o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE, D.L. 79/2006 de 4 de abril). Estes instrumentos legais são coordenados, juntamente com outras medidas, pelo Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE). (Fragoso, 2013)

O SCE é a legislação relativa à qualidade térmica dos edifícios em Portugal que tem como função estimular economias significativas de energia para o país e para os utilizadores. Juntamente com os regulamentos referentes aos edifícios de habitação (RCCTE,) e aos edifícios de serviços (RSECE), o SCE define regras e métodos para a verificação da aplicação destes regulamentos às novas edificações, bem como, aos imóveis já construídos (Ministério da Economia e da Inovação, 2006a).

O RCCTE estabelece os requisitos da qualidade para os novos edifícios de habitação e de pequenos serviços sem sistemas de climatização, limitando as perdas térmicas e controlando os ganhos solares excessivos. Este regulamento impõe limites aos consumos energéticos da habitação, para climatização e produção de águas quentes, num incentivo à utilização de sistemas eficientes e de fontes energéticas com menor impacto em termos de consumo de energia primária. A legislação determina também a obrigatoriedade da instalação de coletores solares e valoriza a utilização de outras fontes de energia renovável na determinação do desempenho energético do edifício (Ministério da Economia e da Inovação, 2006b).

O RSECE define os requisitos aplicáveis a edifícios de serviços e de habitação dotados de sistemas de climatização, os quais, para além dos aspetos da qualidade da envolvente e da limitação dos consumos energéticos, abrangem também a eficiência e manutenção dos sistemas de climatização dos edifícios, obrigando igualmente à realização de auditorias periódicas aos edifícios de serviços. Em função da dimensão (potência) dos sistemas, o regulamento exige também a racionalização energética, impondo regras de eficiência aos sistemas de climatização que permitem melhorar o seu desempenho energético e garantir a manutenção de uma boa qualidade do ar interior (Ministério das Obras Públicas, 2006).

2.2.1. Planos Nacionais

O XIX Governo Constitucional tem vindo a implementar um modelo energético focado na racionalidade económica e na sustentabilidade através da adoção de medidas de eficiência energética e a utilização de fontes energéticas renováveis. Neste sentido, para assegurar que a racionalidade económica e os custos de energia sustentável não comprometem a competitividade das empresas, nem a qualidade do seu fornecimento aos cidadãos, devem ser executados o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE) e o Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis (PNAER) (Diretiva 2009/28/CE de 10/04/2013).

O PNAEE e o PNAER são instrumentos de planeamento energético que orientam as metas e os compromissos internacionais, assumidos por Portugal, no que diz respeito à eficiência energética e de utilização de energia proveniente de fontes renováveis. Para além das metas a atingir, os referidos Planos identificam ainda as barreiras existentes, bem como o potencial de melhoria em matéria de eficiência energética e de incorporação de energia proveniente de fontes renováveis nos vários setores de atividade, tendo em conta a realidade nacional (Diretiva 2009/28/CE de 10/04/2013).

2.2.1.1. PNAEE 2016

A 5 de abril de 2006 foi estabelecido pelo Parlamento e Conselho Europeus que os Estados Membros procurassem atingir, até 2016, uma redução de 9% no gasto de energia através da promoção de serviços energéticos e da adoção de outras medidas de melhoria da eficiência energética (Diretiva 2006/32/CE de 27/4/2006).

As conclusões do Conselho Europeu, de 8 e 9 de março de 2007, salientaram a necessidade de aumentar a eficiência energética na UE a fim de atingir o objetivo de economizar em 20% o consumo de energia primária da União até 2020, em relação às projeções. As conclusões do Conselho Europeu de 4 de fevereiro de 2011 sublinharam que o objetivo de alcançar um aumento de 20% na eficiência energética em 2020, deveria ser atingido. As projeções feitas em 2007 indicavam um consumo de energia primária de 1.842 Mtep em 2020. Uma redução de 20 % corresponde a 1.474 Mtep em 2020, isto é, a uma diminuição de 368 Mtep em relação às projeções (Diretiva 2012/27/EU de 25/10/2012).

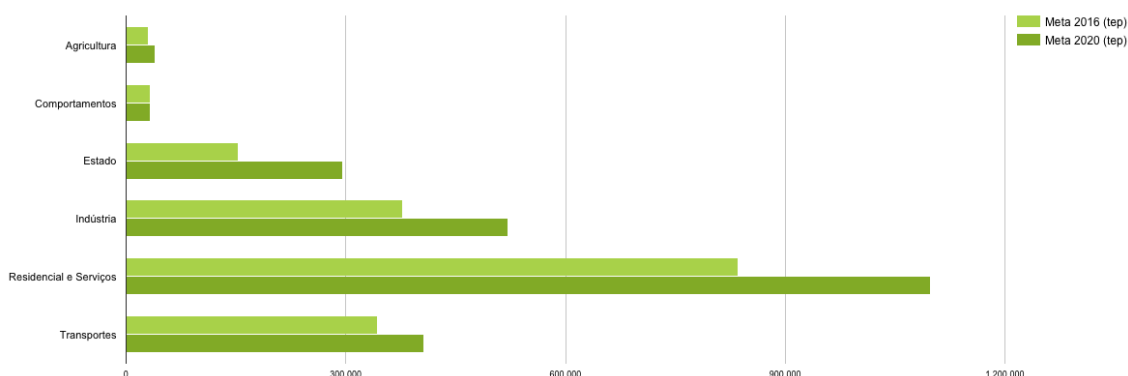


Fig. 7 - Síntese global dos impactos do PNAEE 2016 - Poupança Energia Primária [tep](diretiva 2009/28/CE de 10/04/2013).

Na Fig. 7 podem ser observados os valores das metas a serem atingidas entre 2016 e 2020, depois das novas exigências das UE, de redução de 20% dos consumos de energia primária até 2020. O PNAEE abrange assim seis áreas específicas, nomeadamente, Transportes, Residencial e Serviços, Indústria, Estado, Comportamentos e Agricultura.

O setor hoteleiro enquadra-se na área Residencial e Serviços sendo esta aquela que apresenta um maior consumo de energia primária, e aquela à qual foi atribuída a maior diferença de metas entre 2016 e 2020. Este setor apresenta uma meta de 836,277 [tep] em 2016 e no novo objetivo 1.098,072 [tep].

Tabela 1 - Comparação das metas de 2016 e 2020. Valor total e específico para Residencial e Serviços (PNAEE, sem data).

Programa	Meta 2010 [tep]	Execução	Meta 2020 [tep]	Execução
Total PNAEE	1.773,231	60%	2.394,064	44%
Residencial e Serviços	836,277	58%	1.098,072	44%

2.2.1.2. PNAER 2020

As linhas de ação do PNAER 2020 centram-se no cumprimento da meta de 10% no setor dos Transportes e na identificação das tecnologias que devem ter prioridade de entrada no sistema, caso seja necessária uma potência adicional para a produção de energia elétrica proveniente de fontes de energia renovável (FER). Este plano é definido em função da redução da procura, conseqüentemente aos efeitos previstos com a implementação do PNAEE 2016, e visa a incorporação de energia renovável nos vários setores (Casção & de Sousa, 2013).

Portugal apresenta valores próximos dessas necessidades, sendo que o setor do aquecimento e arrefecimento tem 34,5% de FER incorporadas (objetivo 30,6%), eletricidade 41,1% (objetivo 55,3%), 5,5% nos transportes (meta 10%) e no consumo final bruto de energia 24,6% (meta de 31%) (Diretiva 2009/28/CE de 10/4/2013).

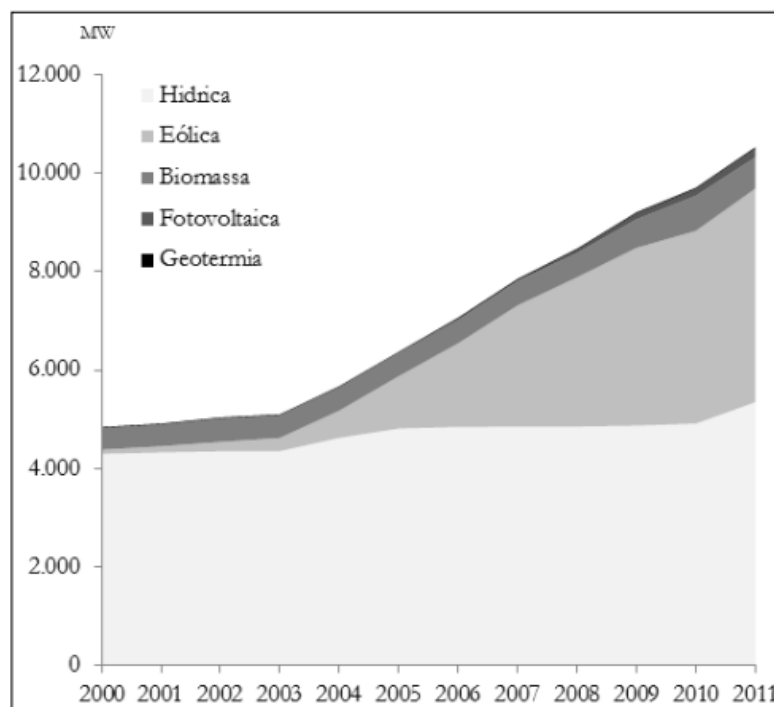


Fig. 8 - Histórico da evolução da potência instalada FER em Portugal (Diretiva 2009/28/CE de 10/4/2013).

A energia hídrica desempenha um papel muito importante na produção de eletricidade em Portugal como pode ser visto na Fig. 8. Em 2011, o país contava com 10,623 MW de potência FER instalada, 119% acima do valor registado em 2000 e 10% acima da potência instalada em 2010. Esta potência FER instalada permitiu gerar 48% do total da produção bruta de eletricidade nacional, verificando-se um aumento bastante significativo, em que apenas 31% da produção bruta de eletricidade foi satisfeito por FER (Diretiva 2009/28/CE de 10/4/2013).

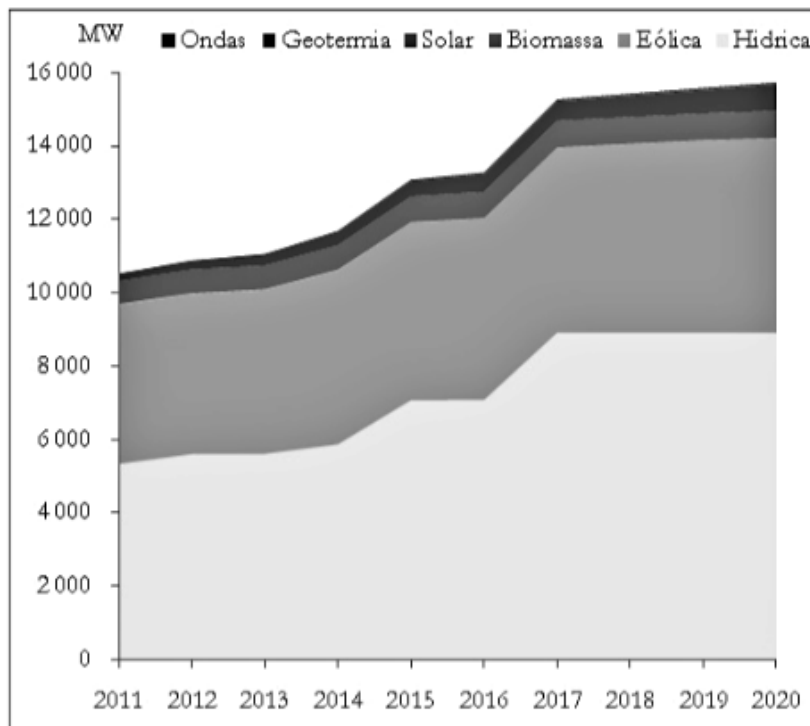


Fig. 9 - Evolução estimada da capacidade instalada FER (Diretiva 2009/28/CE de 10/4/2013).

Tem-se verificado a evolução das FER nos últimos anos em Portugal, tendo a potência instalada aumentado dos 10,623 MW em 2011 para quase 16,000 MW em 2017, sendo que as projeções indicam que em 2020 este valor seja atingido. Esta progressão da potência instalada tenderá a abrandar, dado o abrandamento da procura de energia (Diretiva 2009/28/CE de 10/4/2013).

2.3. Norma EN ISO 50001

A *International Organization for Standardization* (ISO) publicou a norma ISO 50001:2011 “*Energy management systems - Requirements with guidance for use*” (Sistemas de gestão de energia - requisitos e linhas de orientações para a sua utilização), a qual tem como objetivo permitir que as organizações estabeleçam e implementem os sistemas e processos necessários para melhorar o desempenho energético, incluindo a eficiência energética, uso e consumo de energia. Estabelece um sistema eficaz para atingir melhorias no desempenho energético e para comprar produtos e serviços energeticamente eficazes e incorporar desenvolvimentos para a melhoria do desempenho energético (APCER, 2013).

Esta norma especifica requisitos para os Sistemas de Gestão de Energia (SGE), sobre os quais uma organização pode desenvolver e implementar uma política energética. Um SGE permite que uma organização alcance os seus compromissos políticos, tome as medidas necessárias para melhorar o seu desempenho energético e demonstre a conformidade do sistema com os requisitos desta norma (NP EN ISO 50001:2012).

A norma é baseada na metodologia “*Plan-Do-Check-Act*” (PDCA) e incorpora a gestão de energia nas práticas das organizações (NP EN ISO 50001:2012, 2012):

- **Plan** (Planear): realizar a avaliação energética e estabelecer objetivos, metas e planos de ação necessários para produzir resultados;
- **Do** (Executar): implementar os planos de ação de gestão de energia;
- **Check** (Verificar): monitorizar e medir os processos e as características chave da operação;
- **Act** (Atuar): executar ações que visem melhorar continuamente o desempenho do SGE;



Fig. 10 - Modelo esquemático para um Sistema de Gestão de Energia (adaptado da ISO 50001:2011).

A norma pode ser utilizada para a certificação, o registo e a auto declaração de SGE de uma organização. Este modelo permite que diversas organizações distintas possam realizar operações semelhantes, com desempenhos energéticos diferentes, mas que cumpram os requisitos legais na mesma (NP EN ISO 50001:2012).

2.3.1. Requisitos Gerais

Esta Norma especifica os requisitos para estabelecer, implementar, manter e melhorar um sistema de gestão de energia, que permita à organização seguir uma abordagem de melhoria contínua do desempenho energético, incluindo a eficiência energética, uso e consumo de energia, como foi referido anteriormente.

Os requisitos especificados incluem a documentação, a medição e comunicação, a conceção e o desenvolvimento de práticas de aprovisionamento de equipamentos, sistemas, processos e pessoas que contribuam para o desempenho energético. A Norma pode ser aplicada a qualquer organização que pretenda garantir a conformidade com a sua política energética, e que deseje demonstrá-la a terceiros, na medida em que poderá ser apresentada por meio de autoavaliação e autodeclararão de conformidade, ou ainda por meio da certificação do sistema de gestão de energia através de uma organização externa. No desenvolvimento de um SGE a organização é responsável por (NP EN ISO 50001:2012, 2012):

- Estabelecer, documentar, implementar, manter e melhorar um SGE de acordo com os requisitos da Norma;
- Definir e documentar o âmbito e fronteiras do SGE;
- Determinar como serão cumpridos os requisitos, de modo a alcançar a melhoria contínua do desempenho energético e do SGE.

É destacada, na Norma, a importância de um acompanhamento contínuo e comprometimento da gestão de topo (GT) para com o SGE e em melhorar continuamente a sua eficiência. Podem-se destacar-se alguns compromissos: definir, estabelecer, implementar e manter uma política energética; nomear um representante da GT e aprovar a formação de uma equipa de gestão de energia; providenciar todos os recursos necessários para o SGE; assegurar que os objetivos são alcançados; assegurar que os índices de desempenho energético são adequados à organização (NP EN ISO 50001:2012).

Entende-se após a leitura e interpretação da ISO 50001, que o desempenho energético são todos os resultados mensuráveis relativos à eficiência energética (rácio ou outra relação quantitativa entre desempenho, serviço, bem ou energia e um consumo da mesma), uso e quantidade de energia consumida.

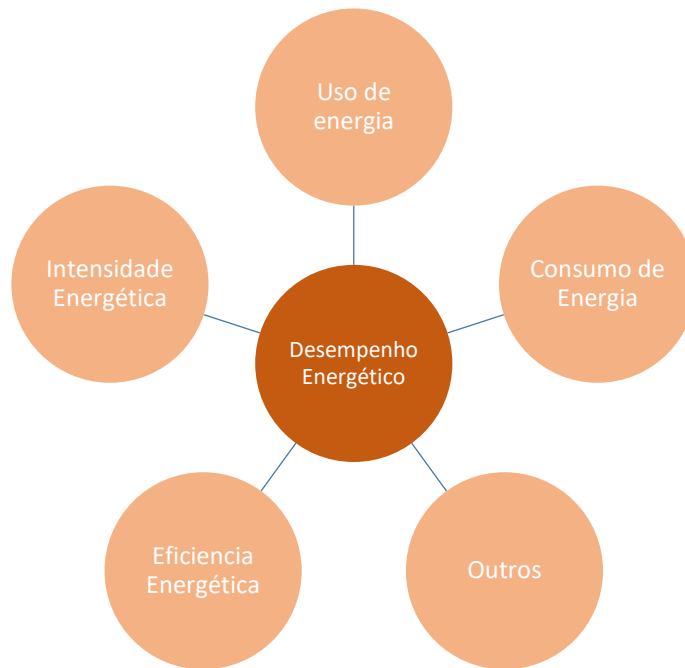


Fig. 11 - Representação conceptual do desempenho energético. (adaptado de NP EN ISO 50001:2012))

2.3.2. Planeamento Energético

Um planeamento energético (PE) deve ser conduzido e documentado pela organização. Este deve ser consistente com a política energética e deve estimular atividades que melhorem continuamente o desempenho energético.

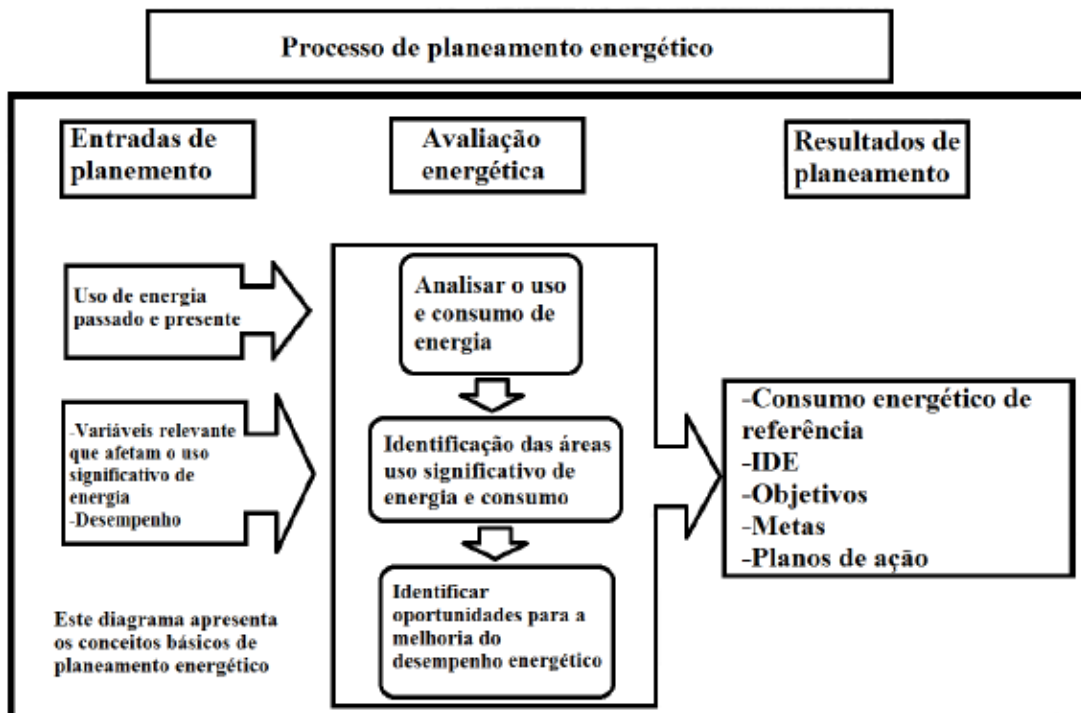


Fig. 12 - Diagrama do processo de planeamento energético (NP EN ISO 50001:2012).

O diagrama da Fig. 12 demonstra, de uma forma simples e de fácil compreensão, que não se pretende que o processo de planeamento energético ilustre detalhadamente o processo nem uma organização específica, apenas que seja de fácil leitura e interiorização.

A elaboração de um PE requer uma fase de levantamento de dados tais como: o uso e consumo de energia, identificação das atuais fontes de energia e avaliação do consumo no passado e no presente. Com base na análise referida deve-se identificar as áreas de uso significativo de energia como: instalações, equipamentos, sistemas, processos e pessoas que trabalhando para a organização podem afetar o uso e consumo de energia. É também importante determinar o desempenho energético atual das instalações, equipamentos, sistemas e processos assim como, estimar os usos e consumos futuros de energia (NP EN ISO 50001:2012).

Para além de uma avaliação energética sistemática e periódica, a organização deve estabelecer um consumo energético de referência, utilizando para isso a informação da avaliação inicial e considerando um período adequado ao uso e consumo de energia da organização. Esta deve também identificar os indicadores de desempenho energético (IDE) para medir e monitorizar o seu desempenho. Os IDE devem ser revistos e comparados com o consumo energético de referência (NP EN ISO 50001:2012).

Os objetivos energéticos, as metas energéticas e os planos de ação para a gestão de energia devem ser estabelecidos pela organização. Estes devem ser documentados para as funções relevantes, níveis, processos ou instalações da organização. Os planos de ação são focados em atingir melhorias específicas no desempenho energético. Contudo, eles só serão úteis e válidos se forem verificados e comparados. Neste sentido, uma auditoria interna ao sistema de gestão pode ser posta em prática, seja por pessoas pertencentes ou externas à organização, mas selecionadas previamente pela mesma. Em qualquer dos casos a auditoria deve ser realizada de forma imparcial e objetiva, sendo que a revisão pela Gestão deverá englobar todo SGE, apesar de que o processo de revisão deve incidir sobre um determinado período de tempo (NP EN ISO 50001:2012).

A implementação ou manutenção do sistema de gestão é vista como uma vantagem, o seu funcionamento regula a organização e potencia uma redução com gastos, um melhor aproveitamento e um fornecimento mais seguro com relação à energia. A redução de gases poluentes emitidos é um benefício acrescido. Favorece as organizações demonstrando uma estrutura confiável e que faz uso das melhores práticas de gestão de energia (Assis, 2017).

3. Caraterísticas Energéticas

3.1. Consumos Padrão dos Hotéis Europeus e Nacionais

Segundo a Portaria nº 937/2016 de 20/08, para garantir as comodidades dos clientes, um Hotel tem que garantir uma série de serviços mínimos e/ou obrigatórios, tais como:

- Climatização dos quartos;
- Iluminação;
- Águas quentes sanitárias (AQS);
- Preparação de refeições;
- Piscinas.

Alguns destes serviços estão associados a grandes consumos energéticos. Em Portugal, o maior consumo corresponde ao Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) (32%), seguido por “Outros” (18%), a cozinha (17%), as AQS (14%) e a iluminação (11%). No segmento “Outros” estão representados hotéis com piscinas interiores e exteriores aquecidas (Éstima, 2015). No âmbito do projeto Hotel Energy Solutions (2011), os resultados de uma meta-análise revelaram que a maioria dos hotéis europeus apresentam um consumo de 200-400 kWh/m²/ano.

Os valores supracitados contribuem para que o alojamento, em 2010, tenha sido o setor turístico que apresentou maiores consumos, 4.555,413 [GJ] o que representa 71% do consumo de energia. Em termos de evolução, entre 2008 e 2010 verificou-se uma diminuição do consumo em cerca de 19% no setor da restauração, contudo, no alojamento houve um aumento do consumo de eletricidade em 3% (Turismo de Portugal, 2011).

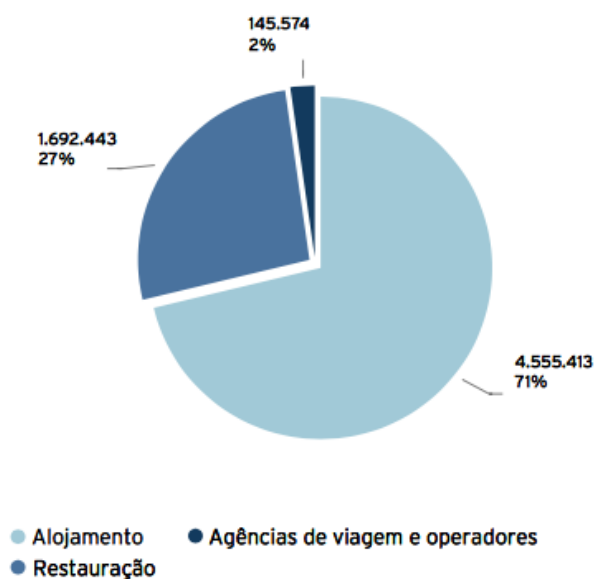


Fig. 13 - Consumo total de energia nas áreas de alojamento, restauração e agências de viagem e operadores em 2010 [GJ/%] (Turismo de Portugal, 2011).

Outro estudo, realizado em Portugal pela Direção Geral de Energia - Ministério da Economia (2002), através de uma amostra de 60 hotéis de 4 e 5 estrelas, demonstrou graficamente a gama de consumos específicos de energia final de hotéis de 4 e 5 estrelas, conforme pode ser analisado na Fig. 14.

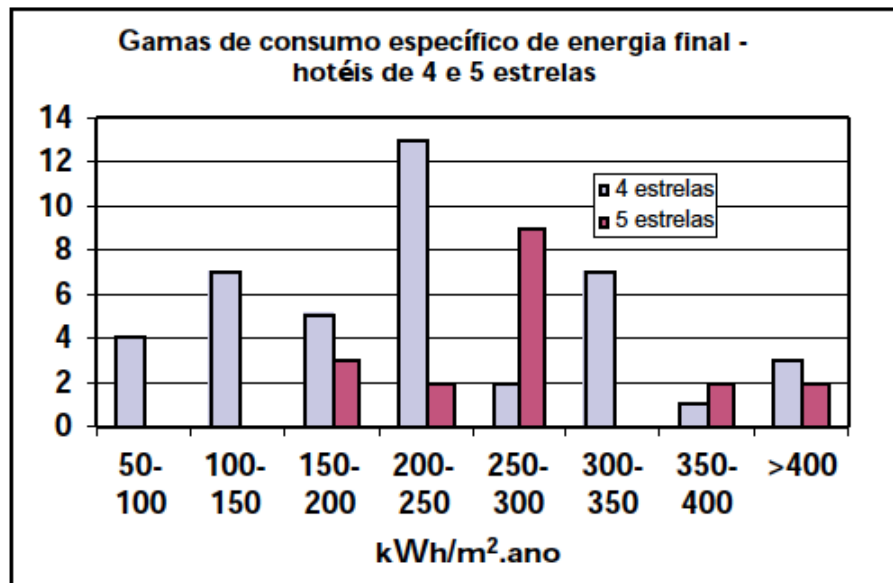


Fig. 14 - Demonstração gráfica dos consumos específicos de energia final de hotéis de 4 e 5 estrelas (Direção Geral de Energia - Ministério da Economia, 2002).

Nos resultados apresentados verifica-se a existência de uma gama de consumos finais muito dispersa, entre os 50 e os 600 kWh/m²/ano, com valores médios de 290 kWh/m²/ano para os hotéis de 5 estrelas e 220 kWh/m²/ano nos hotéis de 4 estrelas (Direção Geral de Energia - Ministério da Economia, 2002).

3.2. Fontes de Energia e Emissões de CO₂

Perante o variado leque de fontes de energia existentes, cabe a cada gestão hoteleira selecionar e gerir aquelas que se apresentem como ideais para as suas necessidades. No que diz respeito ao consumo energético, segundo o Turismo de Portugal (2011), as fontes mais aplicadas neste setor dividem-se pelo gás propano, eletricidade, gás natural e gás butano. Os valores associados a cada fonte de energia podem ser observados na Fig. 15, onde se pode constatar o grande uso da eletricidade como fonte direta com 2.813,281 GJ, correspondendo a 64,1% do consumo total.

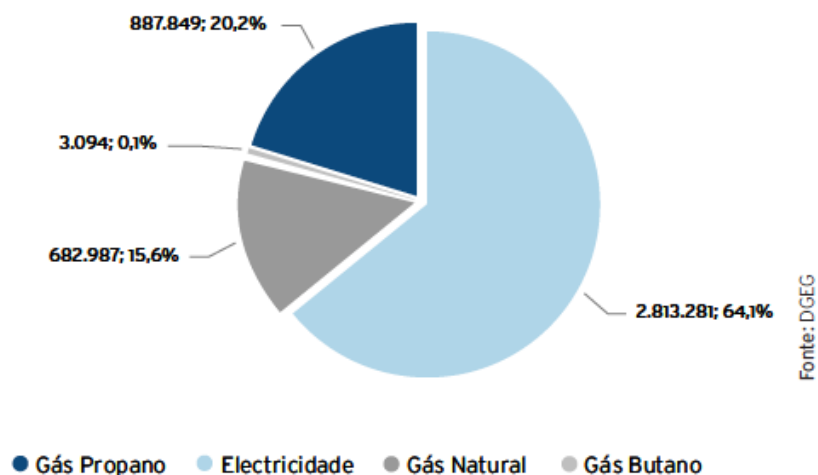


Fig. 15 - Comparação de uso das principais fontes energéticas [GJ/%] pelo setor hoteleiro (Turismo de Portugal, 2011).

A produção de energia está associada a emissões de CO₂, e no que toca ao segmento do alojamento, em Portugal foram emitidas 168,508 toneladas de CO_{2eq} no ano de 2010 (Turismo de Portugal, 2011). Tendo em conta que no mesmo ano as emissões de dióxido de carbono de origem fóssil no país foram 5,3 [t/hab] (PORDATA 2017), o setor hoteleiro contribui de forma significativa para o agravamento da pegada de carbono. Estima-se que tenham sido emitidas 294,763 ton de CO₂ associadas aos consumos energéticos das várias atividades do setor (Turismo de Portugal, 2011).

Embora Portugal seja um dos países que se encontra na vanguarda das energias renováveis, é importante não estagnar e manter a política de melhoria contínua. Apesar do compromisso em aumentar a utilização de fontes de energia renovável em 20,5% em 2005 e 31% em 2020, no que diz respeito às emissões de CO₂, o país não tem tido o melhor desempenho. Entre 1990 e 2012, os valores oscilaram acentuadamente e, ainda que nos últimos anos tenham apresentado descidas, as emissões de CO₂ aumentaram quase 10%, colocando Portugal em quarto lugar no ranking dos países que mais aumentaram as suas emissões (Euronews, 2015).

3.3. Fatores que Influenciam o Consumo de Energia

O consumo de energia é um tema que requerer muita investigação e compreensão. Por esse motivo, torna-se imprescindível estudar previamente os fatores que o influenciam para que o trabalho prático seja simplificado e eficiente. Para gerir eficientemente um edifício do ponto de vista energético é importante começar por conhecer, o melhor possível, a quantidade e a forma como a energia está a ser consumida (Comini et al., 2008).

Como foi referido anteriormente, o AVAC é o principal responsável pelos consumos energéticos, o que aliado a isolamentos térmicos deficientes, pode levar a um nível de eficiência relativamente baixo. De uma forma genérica, o consumo de energia dos edifícios hoteleiros pode ser reduzido melhorando as suas características construtivas, reduzindo as necessidades energéticas em aquecimento e arrefecimento, utilizando equipamentos energeticamente eficientes e fazendo uso de medidas de gestão que dizem respeito à procura da redução dos consumos (Comini et al., 2008).

O conhecimento e desenvolvimento tecnológico apresentam um papel fundamental na caracterização da energia consumida, contudo, não menos importante é o comportamento dos utilizadores. De nada adianta a colocação de equipamentos eficientes se não são cumpridas as boas práticas, como a utilização do sistema de aquecimento em simultâneo com as janelas abertas, ou o funcionamento dos sistemas de AVAC sem que ninguém se encontre no quarto (Lamarão, 2002).

A poupança de energia nos serviços hoteleiros é fundamental, em especial através da eliminação de consumos desnecessários ou desperdícios. Na maioria dos casos, os clientes têm controlo total das unidades de acondicionamento térmico, sendo deixado ao critério dos mesmos o uso dos equipamentos, sem que haja preocupação com a conservação da energia. É comum identificar situações em que os ocupantes dos quartos mantêm o sistema de acondicionamento em simultâneo com as portas e as janelas abertas. Para além disso verifica-se que muitos quartos permanecem desocupados cerca de 60 a 65% do dia, permanecendo a climatização em funcionamento. Ainda que em modo *standby*, os consumos associados a esta prática são considerados como desperdício e, portanto, desnecessários, pois a energia é consumida 24 horas por dia, durante todo o ano, independentemente de os quartos estarem ou não ocupados (Hotel Energy Solutions, 2011).

3.3.1. Sistema AVAC

O dimensionamento dos sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado é fundamental para que haja um controlo das condições ambientais no interior dos edifícios e simultaneamente promover um desempenho eficiente. Identificam-se as seguintes medidas para melhorar o desempenho dos sistemas de aquecimento (Comini et al., 2008):

- Aplicação do isolamento térmico nas redes de distribuição de água quente, nos depósitos e termoacumuladores;
- Regulação dos parâmetros de combustão das caldeiras, para que não haja desperdício nem défice;
- Manutenção periódica das caldeiras, que deverá contemplar a verificação dos equipamentos de medida e controlo, a verificação do sistema de distribuição, verificação da combustão, verificação da qualidade da água, verificação da capacidade de extração da chaminé, operação de limpeza ao sistema e verificação do estado do isolamento das tubagens e tanques de armazenamento;
- Substituição de caldeiras obsoletas por novas corretamente dimensionadas para as necessidades do hotel;
- Recuperação do calor no sistema de exaustão das caldeiras para pré-aquecimento das águas quentes sanitárias.

À semelhança dos equipamentos de produção, também deverão ser alvo de manutenção e inspeção os sistemas de controlo, identificando-se as seguintes medidas (Comini et al., 2008):

- Instalação de sistemas de controlo adequados, de forma a evitar o funcionamento do sistema de AVAC durante os períodos de não ocupação;
- Regulação das caldeiras na temperatura adequada, evitando o aquecimento excessivo e desnecessário;
- Estabelecimento de “*set-point*¹” adequados à climatização;
- Regulação adequada das unidades finais de climatização (por exemplo, radiadores) através de válvulas termostáticas;
- Regulação da temperatura de armazenamento de águas quentes a 60 graus Celcius.

¹Set-point é o valor-alvo que um sistema de controlo automático tentará alcançar.



Fig. 16 - Exemplo de uma válvula termostática.

3.3.2. Águas Quentes Sanitárias

Algumas das medidas aplicadas ao sistema de AVAC são também direcionadas para a produção de águas quentes sanitárias, como é o caso dos isolamentos térmicos que devem ser aplicados. Contudo, existem mais medidas importantes e que devem ser tidas em consideração e que podem permitir poupanças na ordem dos 20 a 30% na produção das mesmas, sendo elas (Lamarão, 2002):

- Minimização de fugas de AQS através de manutenção periódica e preventiva das condutas/tubos e torneiras das casas de banho;
- Isolamento das tubagens e depósitos de armazenamento;
- Instalação de torneiras programáveis nas casas de banho das áreas comuns;
- Instalação de sistemas de baixo consumo nos chuveiros e lavatórios;
- Instalação de medidores do consumo de água quente para verificação do rendimento.



Fig. 17 - Exemplo de uma torneira programável.

Existem dois tipos principais de produção de AQS, os sistemas instantâneos (esquentadores a gás) e os sistemas de acumulação (caldeiras, bombas de calor, termoacumuladores). No primeiro caso, os sistemas instantâneos só aquecem a água quando esta é requisitada, o que promove o desperdício de energia até a água atingir a temperatura desejada. Outro ponto negativo é o facto de este sistema apresentar limitações no que toca ao abastecimento de dois ou mais pontos em simultâneo. Já nos sistemas de acumulação, a água aquecida é armazenada para uso posterior em tanques acumuladores bem isolados. Este procedimento permite que não haja interrupção no aquecimento da água, trabalhando de forma contínua e eficiente (Rodrigues, 2011).

3.3.3. Sistema de Iluminação

A iluminação é um dos aspetos mais importantes num edifício, principalmente num edifício de serviço como é o caso de um hotel. Para além da iluminação propriamente dita, contribui para a comodidade e satisfação dos clientes.

Os sistemas de iluminação são um dos principais pontos de consumo de energia elétrica e aqueles em que mais compensa optar por soluções energeticamente eficientes, sendo possível observar o rendimento num curto espaço de tempo. A substituição de lâmpadas incandescentes para fluorescentes permite atingir economias de energia na ordem dos 75% (Comini et al., 2008) e a alteração de lâmpadas fluorescentes para lâmpadas LED pode melhorar em até 15% a economia como pode ser visto na Fig. 18.





EFICIÊNCIA		Menos		Mais	
TIPO					
	COMUM	HALÓGENA	CFL	LED	
CONSUMO	40 W	28 W	8 W	4 W	
	60 W	42 W	12 W	6 W	
	75 W	53 W	15 W	8 W	
	100 W	70 W	20 W	10 W	
DURABILIDADE	1 ano	1-3 anos	6-10 anos	15-25 anos	
ECONOMIA	×	até 30%	até 80%	até 95%	

Fig. 18 - Comparação da eficiência entre lâmpadas comuns incandescentes, halógenas, fluorescentes e LED.

Para além da substituição para lâmpadas LED, existem outras medidas que proporcionam poupanças de energia consideráveis e melhoram a sensação conforto, sendo elas de acordo com (Comini et al., 2008):

- A utilização de luminárias equipadas com superfícies refletoras;
- Utilização de sensores de presença nos corredores;
- Aplicação de equipamentos de regulação do fluxo luminoso;
- Adoção de cores claras, sobretudo nos tetos e nas paredes interiores;
- Ações de manutenção, como limpeza das lâmpadas, refletores e difusores;
- Manter as entradas de luz natural devidamente desobstruídas.

A instalação de superfícies refletoras nas luminárias permite que a luz seja totalmente refletida para a zona de interesse, permitindo o uso de lâmpadas com menos lumens² e por consequência menos consumo elétrico. Esta ação permite aumentar o rendimento das lâmpadas em 25%.

² Lúmen é a unidade de medida de fluxo luminoso do Sistema Internacional de Unidades.

A aplicação de equipamento de regulação de fluxo luminoso, é particularmente útil em locais onde as condições de iluminação natural sejam favoráveis e permite baixar a intensidade da lâmpada perante a luz natural existente, correspondendo a uma redução do consumo energético (Comini et al., 2008).



Fig. 19 - Exemplo de um regulador de fluxo luminoso.

4. Caso de Estudo

4.1. O Luna Hotel Serra da Estrela

O Luna Hotel Serra da Estrela é uma unidade hoteleira, da tipologia hotel, situado na encosta da Serra da Estrela, nas Penhas da Saúde, a 9km da Covilhã. Localizada no coração do Parque Natural da Serra da Estrela, esta unidade é a única situada em plena montanha, a 1550 metros de altitude.

Construído nos anos 30 do século XX, foi inicialmente uma pensão, a “Pensão Serra da Estrela” e foi sofrendo alterações quer estéticas quer funcionais com o passar dos anos.



Fig. 20 - Turismo nas Penhas da Saúde e a Pensão Serra da Estrela (à esquerda na foto), nos anos 30 do século XX.

Nos anos 50 do século XX torna-se no Hotel Serra da Estrela, o único situado numa privilegiada zona da Serra da Estrela, o Parque Natural Serra da Estrela. Esta zona apresentava um nível zero de poluição e era procurada para o tratamento de doenças respiratórias. Esta tradição secular deu origem ao seu nome de Penhas da Saúde.



Fig. 21 - Hotel Serra da Estrela, nos anos 50 do século XX.

Ao longo dos anos, o Hotel foi sofrendo obras de ampliação e renovação, tendo nos anos 70 sofrido a última ampliação e renovação projetada pelo arquiteto Francisco da Conceição Silva.



Fig. 22 - Hotel Serra da Estrela nos anos 70 do século XX.

O hotel esteve sob gestão do grupo Turistrela Hotels & Experiences tendo sido adquirido pelo grupo Luna Hotels & Resorts em 2016 sendo este último o atual grupo gestor do Hotel. Atualmente possui uma área total de 3266,41 m² e é composta por 80 quartos e dois restaurantes. A classificação dos quartos pode ser vista na Fig. 23.



Fig. 23 - Esquema da constituição do número de quartos.

Devido à sua localização privilegiada e às condições climatéricas, o inverno é a época onde se regista mais procura. Esta unidade é procurada por portugueses e estrangeiros que pretendem aproveitar a experiência de “viver” com neve à porta de casa a 1550 metros de altura.

Porém, os fortes pontos turísticos da Serra da Estrela, as paisagens, os animais, as tradições, a gastronomia, as fontes de água natural e a qualidade do ar estimulam a atividade hoteleira, que aliado a uma boa gestão permite que haja ocupação durante todo o ano, garantindo uma boa taxa de ocupação anual.

4.2. Equipamentos de Climatização

Dada a sua localização geográfica, com um clima muitas vezes austero e imprevisível, o sistema de climatização do hotel assume elevada relevância, porque tem de possuir capacidade para proporcionar conforto aos hóspedes e a outras pessoas que em situações excecionais tenham de acolher. Na Serra, as condições atmosféricas podem alterar-se rapidamente e de forma imprevista, a qualquer momento pode surgir a necessidade de abrigar pessoas que ficam retidas devido a nevões, as quais são obrigadas a pernoitar em instalações existentes na Serra. Este cenário deve ser tido em consideração quando se dimensiona o sistema de climatização de edifícios em plena Serra da Estrela, como é o caso do hotel em questão.

O sistema de climatização existente é composto por 5 unidades de Ar Condicionado (AC) distribuídas por alas e pisos. Os módulos estão instalados nas traseiras do edifício e localizados perto das zonas onde são utilizados. Dado o elevado comprimento do hotel, os módulos estão divididos por alas e por pisos. Na ala esquerda e central do hotel é onde existe o maior número de quartos, estando instalados dois módulos para cada ala. Na ala direita existe um menor número de quartos e por esse motivo está instalado apenas um módulo de AC.



Fig. 24 - Módulos de AC instalados na ala centro do hotel.

As unidades de AC são o único equipamento de climatização do hotel e são responsáveis pelo aquecimento e arrefecimento do ar interior dos quartos. O sistema instalado funciona através da combinação dos módulos instalados, o que permite ter uma extensão de tubagem até 100 metros e em situação de avaria de um módulo os restantes fazem a compensação automaticamente.



Fig. 25 - Modo de backup do sistema de climatização.

Tabela 2 - Características técnicas dos módulos de AC instalados no hotel.

Caraterísticas Técnicas		
Alimentação	380-415/3/50	V/Ph/Hz
Capacidade nominal em arrefecimento	45	kW
Potência elétrica absorvida em arrefecimento	10,98	kW
Capacidade nominal em aquecimento	50	kW
Potência elétrica absorvida em aquecimento	10,87	kW
EER/COP	4,10/4,60	
Caudal de ar	14,000	m ³ /h
Peso bruto	315	kg
Amplitude de temperaturas de trabalho em arrefecimento	-5°C - 48°C	°C
Amplitude de temperaturas de trabalho em aquecimento	-20°C - 24°C	°C

Na Tabela 2 encontram-se as características técnicas dos módulos de AC instalados. As características principais que devem ser observadas são a capacidade nominal em arrefecimento e aquecimento, correspondendo a 45 kW e 50 kW respetivamente. Outras características que também apresentam grande relevância é o caudal de ar que corresponde a 14,000 m³/h e a amplitude de temperaturas de trabalho. Os módulos encontram-se instalados numa zona onde ficam totalmente cobertos de neve e gelo durante o inverno, por esse motivo, é fundamental a existência de equipamentos que consigam trabalhar nessas circunstâncias.

4.3. Equipamentos de Águas Quentes Sanitárias (AQS)

O hotel apresenta um sistema de produção de AQS composto por diversas tecnologias que produzem águas quentes a 55° Celsius e que são distribuídas por todo o edifício.

O equipamento principal e responsável por 89% da produção de AQS é uma Caldeira a Biomassa Industrial. Tem uma periodicidade de funcionamento diária e consoante as condições climatéricas, pode funcionar até 24 horas seguidas para satisfazer as necessidades do edifício.

Existem também dois queimadores a gásóleo que foram responsáveis pela produção total de AQS antes da aquisição da caldeira a biomassa. Neste momento, estão ambos a funcionar como complemento à caldeira a biomassa, dado que esta não é capaz de satisfazer as necessidades do hotel.

No que toca às energias renováveis, o hotel possui 14 painéis solares térmicos, que à semelhança dos queimadores a gásóleo, complementam a caldeira a biomassa, uma vez que também estes não conseguem satisfazer as necessidades do hotel.

O sistema de armazenamento é composto por 2 depósitos cilíndricos de água responsáveis por armazenar toda a água quente produzida pelos equipamentos referidos anteriormente, e por um de menores dimensões que funciona como reserva inicial. Todos os equipamentos de produção de AQS contribuem para os depósitos instalados no edifício, sendo feita a gestão do modo de operação dos mesmos consoante as necessidades térmicas, taxa de ocupação ou clima.

4.3.1. Caldeira Biomassa Industrial

A caldeira é composta por 3 partes: base da caldeira com queimador, caldeira e injetor com tremonha de combustível. Pode operar com *pellets* de madeira, casca de amêndoa, caroço de azeitona, bagaço de azeitona e estilha como combustível. O seu funcionamento é automático, possuindo um quadro de controlo eletrónico onde é feita a requisição de parâmetros como a temperatura final da água.

ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO E COMPONENTES QUIOTO:

- 1 - Câmara de combustão;
- 2 - Permutador de tubos horizontais;
- 3 - Silo;
- 4 - Queimador;
- 5 - Salto do combustível de anti-retrocesso de chama;
- 6 - Caixa de Fumos,
- 7 - Portas amplas para limpeza e manutenção.

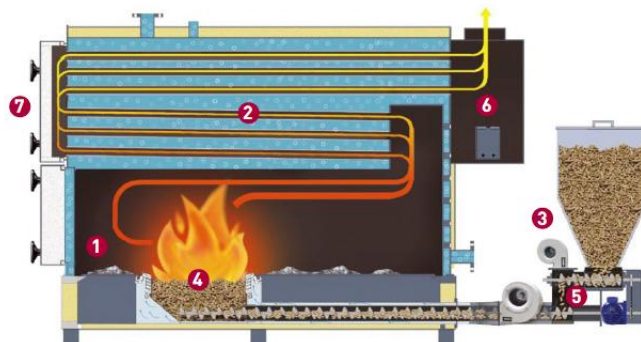


Fig. 26 - Esquema de funcionamento da caldeira instalada no hotel em estudo (Hargassner, 2016).

A Fig. 26 mostra o esquema do funcionamento da caldeira instalada no hotel. O silo que alimenta automaticamente o queimador, nº3, é alimentado por um outro silo maior responsável pelo aprovisionamento das quantidades necessárias para vários dias de trabalho.

Tabela 3 - Dados técnicos da caldeira instalada no hotel.

Caraterísticas Técnicas		
Potência Útil Nominal	325 kW	279,500 Kcal/h
Consumo de Combustível	80,20 kg/h	
Rendimento	85 %	
Temperatura de gases	150-90 °C	
Peso	2560 kg	
Volume de água no corpo	1060 litros	
Diâmetro saída de fumos	400 mm	
Pressão de trabalho máxima	3 bar	
Temp. Máxima de trabalho	85 °C	
Temp. Mínima de retorno	55 °C	
Depressão	30 Pa	
Alimentação elétrica	230V/50Hz	

Como pode ser visto na Tabela 3, a caldeira instalada tem uma potência útil de 325kW e consome 80 kg por hora de combustível. Na produção para águas quentes sanitárias, a caldeira consegue assegurar uma temperatura máxima de 85°C. Neste caso específico, a mesma tem unicamente a função de produção de AQS, contudo ela apresenta a função de aquecimento, bastando para isso a instalação de um circuito de aquecimento a água.



Fig. 27 - Fotografia da caldeira a biomassa instalada na casa das máquinas no hotel.



Fig. 28 - Silo que alimenta a caldeira automaticamente.

O controlo da caldeira é feito através de um quadro de comandos, onde devem ser estabelecidas as características pretendidas para as AQS. A Fig. 29 mostra o *display* do referido quadro, onde pode ser visto que foi requerido à caldeira que a temperatura final da água fosse de 65° Celcius. No lado esquerdo deste valor encontra-se a temperatura real à saída, 55° Celcius. Esta relação entre temperatura pedida e temperatura real não tem uma relação direta, implicando que um colaborador deva fazer o ajuste consoante as necessidades pretendidas.



Fig. 29 - Display do quadro de controlo da caldeira.

4.3.2. Queimador/Caldeira a Gasóleo

As duas caldeiras a gasóleo instaladas no edifício, antes da aquisição da caldeira a *pellets*, funcionavam como equipamento principal, estando assim responsáveis pela totalidade da produção das águas quentes sanitárias até então. Apesar do seu rendimento útil elevado, aproximadamente 92% segundo o fabricante, o combustível utilizado, gasóleo, apresenta um custo marcadamente superior ao dos *pellets* e maiores emissões de CO₂.

Tabela 4 - Dados técnicos das caldeiras a gasóleo instaladas no hotel.

Caraterísticas Técnicas		
Fluxo Nominal térmico	239,4 kW	205,876 Kcal/h
Potência Nominal térmica	220 kW	189,200 Kcal/h
Rendimento	91,9 %	
Fluxo térmico min gasóleo	153,4 kW	131,924 Kcal/h
Potencia térmica min gasóleo	142 kW	122,120 Kcal/h
Volume de água no corpo	220 litros	
Pressão de trabalho máxima	6 bar	
Peso	427 kg	
Alimentação elétrica	230V/50Hz	

De momento, as duas caldeiras, têm unicamente a função de complementar o funcionamento da caldeira principal (*pellets*) nas horas de maior consumo ou em épocas com temperaturas muito baixas.

$$\frac{239,4 \text{ kW/h}}{10,150 \text{ kW/L}} = 23,58 \text{ L/h} \quad (1)$$

$$23,58 \times 0,919 = 21,67 \text{ L/h} \quad (2)$$

As caldeiras têm um consumo de 23,58 litros para uma hora de funcionamento na potência máxima, considerando uma taxa de 100% de rendimento. Através da *datasheet* do fornecedor sabe-se que a taxa de rendimento é de 91,9%, o que resulta num consumo de 21,67 litros por hora.



Fig. 30 - Queimadores/caldeiras a gasóleo instalados no hotel.

4.3.3. Cilindros de Armazenamento de Água

Para o armazenamento das águas quentes sanitárias o hotel possui três cilindros, um de 4000 litros, outro de 2000 litros e um de reserva inicial com 1000 litros de capacidade. Todos os equipamentos de produção de AQS contribuem para estes cilindros, onde a água fica reservada entre os 50 e os 55° Celcius até haver necessidade da sua utilização.

Os reservatórios têm um revestimento térmico responsável por eliminar ao máximo a troca de calor e consequentemente a redução da temperatura da água. O isolamento é composto por poliuretano macio de 100 mm de espessura com acabamento em PVC.



Fig. 31 - Cilindro de armazenamento de AQS instalado no hotel.



Fig. 32 - Termômetro de um dos cilindros de armazenamento de AQS.

5. Caldeira a Biomassa

5.1. Avaliação da Caldeira a Biomassa

O primeiro sintoma que demonstra que a caldeira a biomassa instalada não tem capacidade suficiente para satisfazer as necessidades do hotel, é o facto de haver a necessidade de recorrer às duas caldeiras a gásóleo também existentes no edifício. Segundo os dados recolhidos na fase de pesquisa, durante os meses mais frios (entre outubro e abril) a caldeira a *pellets* necessita de apoio diário de outros equipamentos para satisfazer as necessidades térmicas do hotel.

Através da revisão bibliográfica sabe-se que um hotel de 3 ou 4 estrelas em localização montanhosa, em média, necessita de 170 litros/dia a 60° Celcius por quarto. Sabendo que o hotel possui 78 quartos, são necessários aproximadamente 13000 litros diários de águas quentes sanitárias. Embora o hotel só tenha uma reserva de 7000 litros, é necessário perceber que estes são constantemente renovados, pois, enquanto os depósitos libertam água quente por uma saída, a mesma quantidade vai entrando, proveniente dos equipamentos de aquecimento de água.

Considera-se o cenário de aquecimento dos 7000 litros de AQS em período de inverno para os cálculos de dimensionamento da caldeira a *pellets*, que, em primeira instância, se apresenta como insuficiente e incapaz de operar sozinha.

O quadro de controlo da caldeira não fornece a informação da temperatura da água que entra na caldeira para ser aquecida, por isso serão considerados 5,8 graus Celcius como temperatura inicial de aquecimento, uma vez que esta é a temperatura mais baixa das águas de canalização registadas. É importante saber que a temperatura de surgência das águas na Serra da Estrela varia entre 5,8°C e 17,9°C (Mendes, E.; Gomes, L. M. Ferreira & Melo, 2008). A temperatura final são 65° Celcius, como foi visto no capítulo anterior, resultando num $\Delta T = 59,2^\circ$ Celcius.

5.1.1. Potência Útil

Sabe-se que para aumentar a temperatura de 1 kg de água pura em 1° Celcius é necessária 1 caloria de energia. Sabe-se também que o calor específico da água na pressão de saturação a 5,8° C é de 4,202 Kj/Kg.K, o que corresponde a:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (3)$$

$$Q = 1000 \cdot 4,202 \cdot 1 \quad (4)$$

$$Q = 4,202 \text{ kj por aumento de } 1^\circ\text{C}$$

Assim:

$$Q = 7000 \cdot 4,202 \cdot 59,2 \quad (5)$$

$$Q = 1,74 \times 10^6 \text{ kj} \quad (6)$$

Fazendo a conversão:

$$1,74 \times 10^6 \cdot 0,000277778 = 483 \text{ kW/h} \quad (7)$$

Em condições normais de funcionamento e admitindo um rendimento do sistema de 100%, a caldeira a biomassa necessitaria de possuir uma potência útil aproximada de 480kW/h para satisfazer a necessidade de produção de 7000 litros de águas quentes sanitárias.

Como foi referido anteriormente, embora o hotel só tenha capacidade para acumular 7000 litros de AQS, durante determinados horários pode haver uma exigência maior, fazendo com que haja renovação constante de água. Para este efeito será calculada a potência útil necessária para aquecer o total de água no caso de existir uma taxa de ocupação de 100%, e necessidade do uso de AQS em simultâneo. Este caso será denominado como “caso critico” ao longo desta dissertação.

Total de AQS necessário para o caso critico:

$$78 \times 170 = 13260 \text{ litros} \quad (8)$$

Assim:

$$Q = 13260 \cdot 4,202 \cdot 59,2 \quad (9)$$

$$Q = 3,3 \times 10^6 \text{ kj} \quad (10)$$

Fazendo a conversão:

$$3,3 \times 10^6 \cdot 0,000277778 = 916,6 \text{ kW/h dia} \quad (11)$$

Pode ser observado que para satisfazer a necessidade de fornecer AQS a todos os quartos em simultâneo seria necessário que a caldeira a biomassa possuísse uma potência útil de 917 kW/h.

5.1.2. Tempo de Aquecimento

A caldeira existente no hotel possui um volume de água no corpo³ de 1060 litros, correspondendo a 1/7 da capacidade de armazenamento. São necessários aproximadamente 73,2kW/h para aquecer os 1060 litros à temperatura desejada, o que corresponde a cerca de 14 minutos de tempo de aquecimento se a caldeira estiver a funcionar na sua capacidade máxima.

Para aquecer a totalidade dos 7000 litros, à potência útil de 325 kW, são necessários aproximadamente 1h49min se a caldeira estiver no seu regime máximo.

Considerando o caso anterior da taxa de ocupação de 100% e a simultaneidade de requisito de AQS, para aquecer os 13300 litros seriam necessárias aproximadamente 2h82 min.

5.1.3. Estudo da Substituição da Caldeira

Perante os cálculos apresentados no subcapítulo anterior é perceptível que a caldeira existente é insuficiente para satisfazer as necessidades do hotel e por esse motivo é suportada por duas caldeiras/queimadores a gásóleo, o que se torna inviável. É então importante encontrar uma solução para o problema apresentado.

Considerando as necessidades mínimas e máximas do hotel, por uma questão de coerência e dimensionamento apropriado, optou-se pela sugestão de um equipamento que se supra as necessidades máximas e mínimas do hotel, garantindo o correto funcionamento, independentemente das condições atmosféricas. A presente sugestão tem como principal objetivo, a eliminação de meios secundários de produção de AQS tornando a caldeira a biomassa como o equipamento principal de águas quentes sanitárias.

Através dos cálculos percebeu-se que para a capacidade de armazenamento de AQS, 7000 litros a 65°C, são necessários aproximadamente 480 kW/h. Sabe-se que a caldeira instalada apresenta uma potência útil de 325 kW e um volume de água no corpo de 1060 litros, o que proporciona um tempo de renovação de aproximadamente 13 minutos.

A sugestão, baseada em cálculos das necessidades do hotel e em valores apresentados por catálogos e fornecedores (Anexo I), é a substituição da caldeira a *pellets* existente por um modelo superior. De modo a possibilitar a adaptação dos equipamentos acessórios existentes, procurou-se identificar um modelo, da mesma marca e fornecedor que pudesse satisfazer as necessidades. Assim, a sugestão vai para o modelo *Quioto* 1000. Este modelo permite que o quadro automático PLC (quadro de controlo) seja o mesmo do modelo existente, assim como o Kit para recolha de cinzas.

³ Quantidade de água presente no interior da caldeira em contacto com o permutador de tubos horizontais

Tabela 5 - Comparação entre modelo atual e modelo sugerido.

Caraterísticas Técnicas	Quioto 325	Quioto 1000
Potência Útil Nominal	325 kW	1000 kW
Consumo de Combustível	80,20 kg/h	246,8 kg/h
Rendimento	85 %	85%
Temperatura de gases	150-90 °C	150-90 °C
Peso	2560 kg	3270 kg
Volume de água no corpo	1060 litros	7580 litros
Diâmetro saída de fumos	400 mm	600 mm
Pressão de trabalho máxima	3 bar	3 bar
Temp. Máxima de trabalho	85 °C	85 °C
Temp. Mínima de retorno	55 °C	55 °C
Depressão	30 Pa	30 Pa
Alimentação elétrica	230V/50Hz	230V/50Hz

Como pode ser analisado na Tabela 5 o modelo *Quioto 1000* apresenta uma potência útil de 1000 kW, que satisfaz a necessidade máxima do hotel, e um volume de água no corpo de 7580 litros. Com a aquisição deste modelo ficam satisfeitas as condições totais para a produção de AQS, havendo ainda uma margem de manobra para os dias que necessitem de uma maior produção. Quanto ao tempo de aquecimento:

$$\text{Tempo de aquecimento de 7000 litros} = \frac{480 \text{ kW/h}}{1000 \text{ kW}} = 0,48\text{h} \approx 28,9 \text{ min} \quad (12)$$

Tabela 6 - Tempos de aquecimento para as diferentes necessidades do hotel.

Caraterísticas Técnicas	Quioto 325	Quioto 1000
Volume de água no corpo (t)	13,4 min	31,3 min
Necessidades Mínimas 7000 litros (t)	1h47 min	28,8 min
Caso Crítico 13300 litros (t)	2h82 min	54,6 min

Considera-se que o modelo apresentado consegue satisfazer, independentemente, as necessidades de produção de águas quentes sanitárias e que os tempos de aquecimento respetivos são mais apropriados. A caldeira sugerida pode funcionar de modo independente dos restantes queimadores a gásóleo, sem que haja necessidade de estes existirem nas instalações.

5.1.4. Poupança Económica e Emissões de CO₂ Esperadas

A aplicação das sugestões apresentadas tem como principal objetivo otimizar a poupança económica e a redução de emissões de dióxido de carbono. Embora o hotel já possua uma caldeira a biomassa, a qual permite que as duas caldeiras a gásóleo trabalhem com menor intensidade e um menor número de vezes, o facto de esta não se encontrar bem dimensionada para o edifício em questão não permite que sejam atingidos melhores resultados no que toca à economia energética.

Como já foi referido anteriormente, o objetivo prende-se por eliminar completamente o uso das caldeiras a gásóleo e tornar a caldeira a *pellets* como equipamento principal de produção de águas quentes sanitárias. De modo a perceber qual o valor da poupança económica esperada procedeu-se ao cálculo da eficiência energética dos dois combustíveis em questão.

Tabela 7 - Comparação da eficiência energética entre combustíveis.

Fonte de Energia	Preço Atual	Poder Calorífico	Eficiência de Conversão	Preço da Energia
<i>Pellet</i> Industrial	0,180 €/kg	4,6 kWh/kg	85 %	0,046 €/kWh
Gasóleo Aquecimento	1 €/lt	10,150 kWh/lt	90 %	0,109€/kWh

Com base nos dados recolhidos, é possível estimar a média das necessidades de energia útil por hora da caldeira instalada, sendo que a necessidade é estipulada pela quantidade de água a aquecer. Com base nestes valores, apresentam-se as estimativas ilustradas na Tabela 8 e Tabela 9.

Tabela 8 - Estimativa dos consumos atuais do hotel.

Fonte de Energia	Consumo Bruto	Consumo/h	Custo/h	Emissões de CO ₂
<i>Pellet</i> Industrial	377,9 kWh	82,1 m ³	14,8 €	0.000 kg
Gasóleo Aquecimento	170,3 kWh/ano	16,8 m ³ /ano	16,7 €	46,99 kg
TOTAL	548 kWh/ano	98,9 m ³ /ano	31,5 €	46,99 kg

Tabela 9 - Estimativa dos consumos sugeridos.

Fonte de Energia	Consumo Bruto	Consumo/h	Custo/h	Emissões de CO ₂
Pellet Industrial	558,1 kWh/ano	121,3 m ³ /ano	21,8 €	0 kg

Nas Tabela 8 e Tabela 9 são comparados os valores dos custos anuais referentes ao consumo de *pellets* industriais e gásóleo de aquecimento. Estes resultados são uma estimativa referente ao caso de funcionamento em condições mínimas com um consumo de 7000 litros/hora a um $\Delta T = 59,2^\circ$ Celcius.

Em seguida é apresentado o estudo referente ao cenário apresentado nos capítulos anteriores em que existe uma taxa de ocupação de 100% e simultaneidade de requisito de águas quentes sanitárias. Recorde-se que neste caso, os 78 quartos requisitam água quente, o que em média conduzirá a um consumo de 13300 litros/hora, praticamente o dobro da capacidade de armazenamento, implicando que a água esteja sempre em circulação sem que nunca fique armazenada.

Tabela 10 - Estimativa de consumos com os equipamentos atuais para o caso critico/hora.

Fonte de Energia	Consumo Bruto	Consumo/h	Custo/h	Emissões de CO ₂
Pellet Industrial	377,9 kWh	82,1 m ³	14,8 €	0,000 kg
Gasóleo Aquecimento	643,9 kWh	63,4 m ³	63,4 €	177,6 kg
TOTAL	1021 kWh	145,5 m ³	78,2 €	177,6 kg

Tabela 11 - Estimativa de consumos com os equipamentos sugeridos para o caso critico/hora.

Fonte de Energia	Consumo Bruto	Consumo/h	Custo/h	Emissões de CO ₂
Pellet Industrial	1059,3 kWh	230,3 m ³	41,5 €	0,000 kg

Por fim, é apresentado o estudo para o caso ideal. Neste caso é considerada uma situação intermédia entre a satisfação total e a mínima. Estipulou-se os 9500 litros/h como quantidade de água a ser aquecida, permitindo que estejam disponíveis 120 litros de AQS por quarto. Assim:

Tabela 12 - Estimativa de consumos com os equipamentos atuais para o caso ideal/hora

Fonte de Energia	Consumo Bruto	Consumo/h	Custo/h	Emissões de CO ₂
Pellet Industrial	377,9 kWh	82,1 m ³	14,8 €	0,000 kg
Gasóleo Aquecimento	368,5 kWh	36,3 m ³	36,3 €	101,7 kg
TOTAL	746,4 kWh	118,4 m ³	51,1 €	101,7 kg

Tabela 13 - Estimativa de consumos com os equipamentos sugeridos para o caso ideal/ano.

Fonte de Energia	Consumo Bruto	Consumo/h	Custo/h	Emissões de CO ₂
Pellet Industrial	759,3 kWh	165,1 m ³	29,7 €	0,000 kg

Em todos os casos apresentados o sistema sugerido apresenta poupanças financeiras relativamente à produção de águas quentes sanitárias e reduções das emissões de CO₂. Considerando que os equipamentos trabalham 2592 horas anuais (12 horas durante 6 meses de inverno/outono e 6 horas durante 6 meses de verão/primavera) a comparação dos consumos atuais e estimados é a seguinte:

Tabela 14 - Estimativa dos consumos anuais atuais e sugeridos, para o caso ideal.

Consumos atuais estimados	Consumos previstos estimados
132451 €	76982 €

Como pode ser observado na Tabela 14, a diferença de consumos, é de praticamente 50%, sendo este inferior com a solução sugerida. No que toca às emissões de CO₂ a redução demonstra-se ainda mais eficiente, uma vez que estas são praticamente eliminadas.

6. Sistema AVAC

6.1. Avaliação das Unidades de Ar Condicionado

Como foi referido no capítulo anterior, as ações de climatização e ventilação estão a cargo de um sistema de ar condicionado composto por 5 unidades instaladas nas traseiras do edifício. As unidades exteriores podem efetuar o encaminhamento do ar climatizado para as unidades interiores automaticamente, permitindo que os hóspedes controlem a temperatura dos quartos consoante as suas deliberações.

A localização do edifício é um fator importante para o dimensionamento dos equipamentos, por este motivo foi elaborada uma pesquisa para identificar a zona climática onde o hotel se encontra. Identificou-se que o edifício está localizado na Zona Climática Inverno I₃ e Zona Climática Verão V₁, sendo que o país é dividido por três zonas climáticas de Verão V₁, V₂ e V₃ e três zonas climáticas de Inverno I₁, I₂, e I₃.

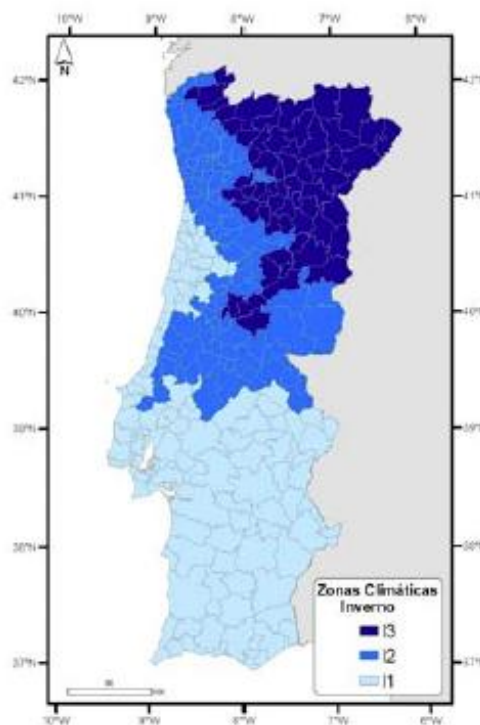


Fig. 33 - Zonas climáticas de Inverno em Portugal Continental.

É considerada a zona climática I₁ com as temperaturas menos frias e a I₃ com as mais frias. Da mesma maneira que a zona climática V₁ é a que apresenta temperaturas mais amenas e a V₃ as mais elevadas.

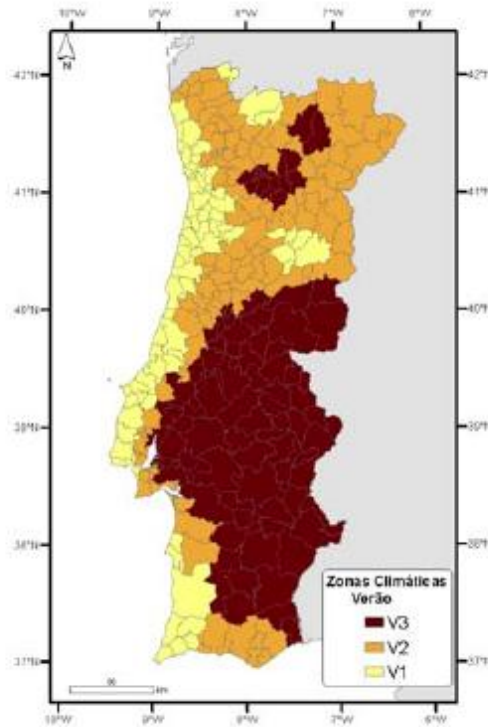


Fig. 34 - Zonas climáticas de Verão em Portugal Continental.

A catalogação das zonas climáticas permite perceber que o hotel está localizado numa zona com um clima de Inverno mais rigoroso, composto por temperaturas baixas durante longos períodos de tempo, o que se reflete numa maior necessidade de aquecimento dos espaços interiores. Do mesmo modo, permite perceber que o edifício está localizado numa zona com um clima de Verão ameno, onde não são registadas temperaturas altas, permitindo que a necessidade de proceder ao arrefecimento dos espaços interiores seja pouca.

O hotel possui 78 quartos, que correspondem a aproximadamente 3700 m³ de volume de ar a serem climatizados diariamente. É, portanto, importante fazer a avaliação perante o caso crítico apresentado no capítulo anterior, onde existe uma taxa de ocupação de 100% em clima rigoroso de Inverno.

6.2. Potência Útil

Os 5 módulos de ar condicionado instalados no hotel têm uma potência útil de 50 kW dedicados para o aquecimento e 45 kW direcionados para o arrefecimento. Considerando estes dados, será comparado o volume total de ar a ser climatizado com a potência útil instalada, a taxa de ocupação por quarto e a área das janelas existentes.

Tabela 15 - Características técnicas de uma unidade de ar condicionado.

Caraterísticas Técnicas	
Alimentação	380-415 V 50 Hz
Capacidade nominal em arrefecimento	45 kW
Capacidade nominal em aquecimento	50 kW
EER ⁴ /COP ⁵	4,10 COP
Caudal de ar	14000 m ³ /h
Carga de fluido refrigerante R410A	13 kg
Amplitude de temperaturas	Arrefecimento -5 a 48°C Aquecimento -20 a 24°C
Peso	297 kg

O conjunto dos módulos corresponde a 250 kW de potência útil para o aquecimento, 225 kW para o arrefecimento e a 70000 m³/h de fluxo de ar climatizado. Na primeira observação é possível constatar que a quantidade de fluxo de ar que o conjunto consegue movimentar por hora é suficiente para satisfazer as necessidades da totalidade dos quartos, uma vez que estes têm um volume de aproximadamente 3700 m³, permitindo que sejam feitas até 19 renovações de ar por hora.

⁴ Em inglês “Energy Efficiency Ratio”, é o “Índice de Eficiência de Energia”. É o valor da potência da unidade em arrefecimento dividida pela potência elétrica que a unidade necessita para a execução do trabalho.

⁵ Em inglês “Coefficient Of Performance”, é o “Coeficiente de Desempenho”. Representa o rácio (quociente) entre a energia térmica (calor) fornecida por uma bomba de calor e a energia elétrica consumida pelo sistema.

6.3. Avaliação do Sistema Instalado

Através de uma recolha de dados foi possível calcular o total de área e volume de ar que necessita de ser climatizado, 1380 m² e 3700 m³, respetivos aos 78 quartos existentes. Consoante o espaço, a quantidade de janelas existentes e o número de pessoas que podem habitar neles foi calculada a potência necessária para climatizar cada quarto.

Tabela 16 -Estimativa da necessidade de potência útil por tipo de quarto.

Tipo de Quarto	Número de Quartos	Número de Pessoas	Número de Janelas	Área	Volume de Ar	Potência Necessária
Clássico	16	2	1	192 m ²	518 m ³	13,3 kW/h
Conforto	41	3	2	738 m ²	1993 m ³	59,0 kW/h
Familiar	10	6	2	200 m ²	540 m ³	15,5 kW/h
Suite	2	2	2	44 m ²	119 m ³	5,1 kW/h
Suite Júnior	8	3	2	176 m ²	475 m ³	13,7 kW/h
Suite Master	1	3	3	30 m ²	81 m ³	5,7 kW/h
TOTAL	78			1380 m ²	3726 m ³	112,3 kW/h

Após a análise da Tabela 16 e comparando com as características técnicas apresentadas na Tabela 15 é possível perceber que o sistema AVAC encontra-se bem dimensionado e capaz de satisfazer as necessidades mínimas e máximas requeridas pelo edifício. Uma vez que o hotel se encontra numa zona climática I₃, o sistema de climatização de ar quente é aquele que desperta maiores necessidades e o qual tem de assegurar conforto térmico durante os dias de neve intensa e temperaturas negativas que se vão registando naquela zona geográfica. Dada a localização numa zona climática V1, as temperaturas altas não são algo preocupante, contudo o sistema instalado tem capacidade para acondicionar toda a área requerida.

O conjunto de unidades de ar condicionado é também capaz de satisfazer as necessidades das taxas de renovações de ar sugeridas pela *American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineering* (ASHRAE), que sugere que devem existir entre 5 a 20 renovações por hora.

6.4. Localização dos Módulos AC e Sugestão

Sendo o ar condicionado um aparelho que funciona através de trocas de calor com ambiente através da passagem de ar pela serpentina do evaporador, a localização da instalação do módulo externo é um fator muito importante a ser tido em consideração. O rendimento do aparelho é também condicionado pela exposição ao sol ou a elementos frios, como o gelo e a neve.

Para reduzir a taxa de condicionamento dos elementos naturais ao funcionamento dos equipamentos é recomendado que estes sejam instalados em zonas com baixo índice de exposição solar e resguardados do gelo e da neve, sendo recomendado a criação de telhados e coberturas para a instalação dos aparelhos.



Fig. 35 - Localização das unidades externas de ar condicionado.

Na Fig. 35 pode ser observado que as duas das unidades externas de AC estão instaladas sob um telhado e paredes, permitindo o isolamento à exposição solar. Contudo, as unidades não se encontram suspensas, fazendo com que nos dias mais rigorosos de queda de neve estes se encontrem totalmente cobertos de neve e de gelo, comprometendo o seu rendimento e até mesmo o funcionamento.

A variação da temperatura a que os módulos externos do AC são expostos vai refletir-se no rendimento e no consumo do sistema, como pode ser explicado no decorrer deste subcapítulo.

Segundo dados da NASA obtidos através do *Software* RETScreen foi possível traçar um histórico de temperaturas e humidades relativas para todos os meses do ano, como pode ser visto na Fig. 36.

Mês	Temperatura do Ar	Humidade relativa	Precipitação	Radiação solar diária - horizontal	Pressão Atmosférica	Velocidade do Vento	Temperatura do Solo	Graus-dia para aquecimento 18 °C	Refrigeração graus-dias 10 °C
	°C	%		kWh/m ² /d	kPa	m/s	°C	°C-d	°C-d
Janeiro	6,8	77,0%	112,38	1,97	96,7	4,1	6,0	347	0
Fevereiro	7,8	73,2%	64,47	2,61	96,6	4,3	7,5	287	0
Março	10,6	61,5%	80,49	4,04	96,4	4,2	11,4	230	18
Abril	12,3	58,5%	78,30	4,99	96,0	4,0	14,3	171	69
Mai	16,2	52,2%	77,53	6,13	96,1	3,7	19,7	55	193
Junho	21,1	43,2%	35,73	6,74	96,2	3,3	25,7	0	334
Julho	23,7	40,0%	19,91	7,46	96,2	3,4	28,6	0	425
Agosto	23,0	44,3%	27,26	6,77	96,2	3,3	27,0	0	402
Setembro	20,1	51,9%	65,72	4,91	96,3	3,2	22,5	0	302
Outubro	15,4	64,6%	122,38	3,16	96,3	3,4	16,0	81	167
Novembro	10,8	73,7%	122,01	2,20	96,3	3,7	10,4	215	25
Dezembro	8,3	77,2%	122,44	1,79	96,5	4,1	7,4	302	0
Anual	14,7	59,7%	928,61	4,41	96,3	3,7	16,4	1 686	1 936
Fonte	NASA	NASA	NASA	Solo	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA
Medido a					m	10	0		

Fig. 36 - Informações meteorológicas das Penhas da Saúde discriminadas pelos meses do ano. (NASA-RETScreen)

Para efeitos de triagem foram seleccionados os meses de janeiro, maio e agosto como meses alvo de investigação, pois representam as diferentes amplitudes térmicas sentidas nesta zona climática.

Com base na temperatura e na humidade relativa de cada mês seleccionado, será calculada a potência útil necessária para atingir a temperatura interna de condicionamento ideal de 21° Celcius e 50% de humidade relativa em condições ótimas (equipamentos devidamente localizados livres de exposição solar direta e sem contacto com neve) e em condições críticas (exposição solar direta e cobertos de neve).

Os cálculos seguintes têm o intuito de demonstrar que a localização dos módulos externos influencia significativamente o consumo de energia associado. Recorreu-se à variação da temperatura T_1 para simular o acondicionamento dos módulos externos (livres de exposição solar e atolamento de neve).

Tabela 17 - Temperatura e humidade relativa dos meses selecionados para a investigação.

Mês	Temperatura	Humidade Relativa
Janeiro	6,8°C	77%
Maio	16,2°C	52 %
Agosto	23°C	44,3%

- a. Para o mês de janeiro sem proteção dos módulos externos:
- $T_1=6,8^\circ\text{C}/77\%$ (temperatura exterior)
 - $T_2=21^\circ\text{C}/50\%$ (temperatura interior desejada)

Pela carta psicométrica:

- $w_1=0,0043$
- $w_2=0,0074$

Pela tabela de vapor:

- $h_{v2}=2539,4 \text{ kJ/kg}$
- $h_{v1}=2513,7 \text{ kJ/kg}$
- $h_{l3}=88 \text{ kJ/kg}$

Volume e caudal mássico:

$$v = \frac{81 \times 10}{3600} = 0,23 \text{ m}^3/\text{s} \quad (13)$$

Sendo que 81 corresponde ao volume do quarto Master Suite em m^3 e 10 o número de renovações de ar por hora.

Assim, o caudal mássico é:

$$ma = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} \quad (14)$$

$$ma = \frac{100 \cdot 0,23}{0,287 \cdot 294,15} = 0,27 \text{ kg/s} \quad (15)$$

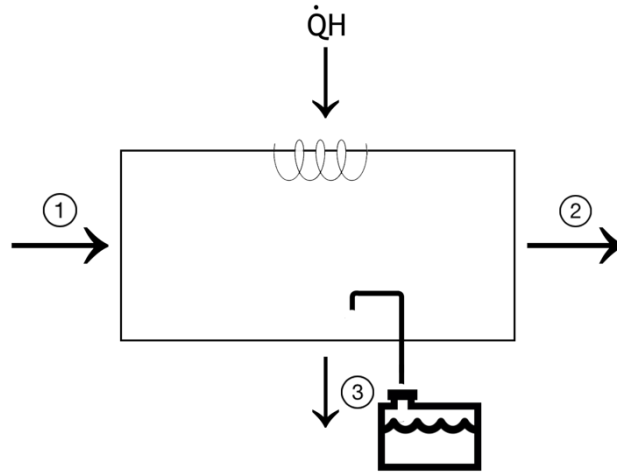


Fig. 37 - Diagrama para o processo de aquecimento com desumidificação.

$$QH = H1 - H2 - H3 \quad (16)$$

$$QH = ma \cdot [cp \cdot (T2 - T1) + (hv1 \cdot w1 - hv2 \cdot w2) - (w1 - w2) \cdot hl3] \quad (17)$$

$$QH = 5,8 \text{ kW}$$

b. Para o mês de janeiro com proteção dos módulos externos:

- $T_1=10^\circ\text{C}/77\%$ (temperatura exterior)
- $T_2=21^\circ\text{C}/50\%$ (temperatura interior desejada)

$$QH = 4,18 \text{ kW}$$

c. Para o mês de Agosto sem proteção dos módulos externos:

- $T_1=30^\circ\text{C}/44\%$ (temperatura exterior)
- $T_2=21^\circ\text{C}/50\%$ (temperatura interior desejada)

$$Ql = 5,27 \text{ kW}$$

d. Para o mês de Agosto com proteção dos módulos externos:

- $T_1=25^\circ\text{C}/44\%$ (temperatura exterior)
- $T_2=21^\circ\text{C}/50\%$ (temperatura interior desejada)

$$Ql = 1,75 \text{ kW}$$

Foram consideradas temperaturas estimadas para a situação em que as unidades se encontram cobertas e resguardadas das condições atmosféricas. Na alínea b), por exemplo,

foi considerado que se as unidades externas estivessem cobertas ou isoladas da neve, a temperatura T_1 seria equivalente a 10°C e humidade relativa de 77%. Da mesma maneira, na alínea c), foi considerado que se as unidades externas não estivessem isoladas da exposição solar direta a T_1 seria de 30°C e 44% de humidade relativa.

Perante os resultados obtidos, há uma redução significativa da potência útil necessária quando as unidades externas se encontram devidamente protegidas das condições atmosféricas. Quanto melhor o acondicionamento destas, melhor serão os consumos energéticos.

É então sugerido que se proceda à elevação dos módulos externos até uma altura que elimine a cobertura de neve. Do mesmo modo deve ser feita uma manutenção, eliminando o gelo que se acumule nos evaporadores. Estas ações vão, não só, melhorar a eficiência dos equipamentos como aumentar o seu tempo de vida útil.

7. Condicionantes de funcionamento/eficiência

7.1. Isolamento térmico

O isolamento térmico reduz as perdas térmicas através do fecho dos equipamentos, depósitos e tubagens, que devido às características mecânicas são construídos em materiais metálicos com elevadas condutividades térmicas (Isover, 2017).

A redução do calor libertado pelas tubagens e equipamentos através do isolamento térmico proporciona uma poupança significativa no que toca ao custo energético, mas também possibilita o correto desenvolvimento dos diferentes processos industriais.

Na aplicação ao setor hoteleiro, outro fator importante a considerar como consequência da redução de fugas térmicas é o controlo de temperatura libertada para o exterior, o que pode condicionar as ações de manutenção ou até mesmo influenciar a climatização ambiente interior do edifício.

7.1.1. Isolamento térmico das AQS

Durante a fase de recolha de dados procedeu-se a uma análise às instalações da casa de máquinas, onde se encontram diversas tubagens e válvulas. Foi perceptível o calor elevado existente no interior da sala e rapidamente identificada a sua fonte. A maioria das tubagens não se encontram bem isoladas ou estão mesmo sem qualquer isolamento.



Fig. 38 - Tubagens e válvulas existentes na casa das máquinas.

Isto representa problemas que, como já foram referenciados, traduzem-se em reduções de eficiência, maiores gastos energéticos, funcionamento deficiente e até mesmo interação com o ambiente climatizado do hotel.

As tubagens apresentadas na Fig. 38 são referentes ao sistema de produção de águas quentes sanitárias, as quais transportam água quente proveniente das caldeiras e dos reservatórios. Segundo os cálculos apresentados no subcapítulo 5.1.1, a temperatura da água à entrada na caldeira influencia a quantidade de energia que tem de ser fornecida para atingir a temperatura desejada. Outro aspeto importante é a temperatura da água quando chega aos quartos, pois é necessário aquecer a água a uma temperatura mais elevada para que ela chegue à temperatura desejada aos hóspedes. O facto de se isolarem as tubagens permitirá que haja menos perdas de calor no processo de distribuição das AQS e conseqüentemente seja necessária uma temperatura das águas menor.

De modo a quantificar a importância de um isolamento das tubagens, é calculada a energia libertada proveniente da circulação de água quente (60°C) num tubo de aço galvanizado, com e sem isolamento.

Por impossibilidade de fazer todas as medições específicas no edifício serão admitidos, em certos casos, valores padrão. Assim:

- Tubo diâmetro (d_3) = 5 cm = 0,05 m; (r_3) = 0,025 m
- Diâmetro isolamento (d_4) = 10 cm = 0,1 m; (r_4) = 0,05 m
- Temperatura ambiente (t_5) = 20°C
- Coeficiente de condutividade térmica do isolamento (k) = 0,04 W/m · K
- Coeficiente de condutividade térmica do aço galvanizado (k) = 50,2 W/m · K

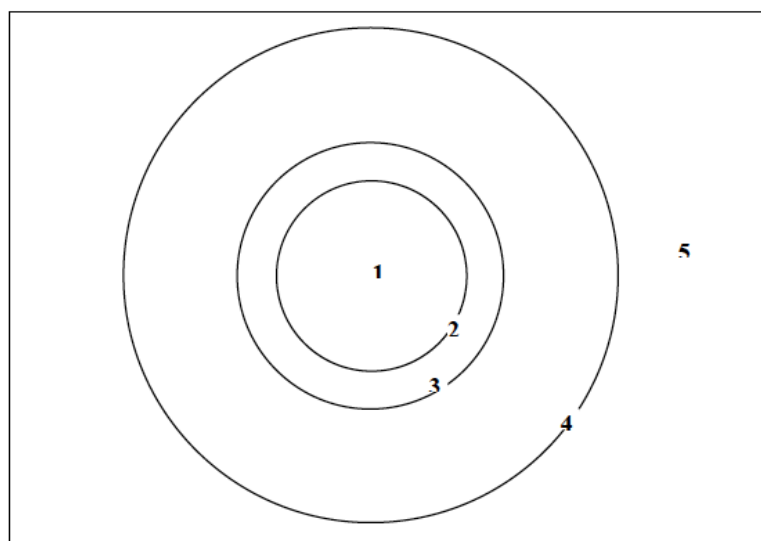


Fig. 39 - Esquema que identifica as diversas camadas do tubo e do isolante térmico.

- 1 - Região do interior do tubo;
- 2 - Face interna da parede do tubo;
- 3 - Face externa da parede do tubo e face interna do isolamento;
- 4 - Superfície externa do isolamento;
- 5 - Região que envolve o isolamento (meio ambiente).

Sabe-se que a temperatura da água à saída da caldeira encontra-se a 60°C. Não existe preocupação em estabelecer resistência térmica convectiva interna devido de ser a variação da temperatura da água à saída da caldeira maior do que o erro assim cometido. Por esse motivo, considerar-se-á que esta é também a temperatura da parede T_3 .

Determinação da taxa de calor perdido:

$$q_{3-4} = \frac{2\pi \cdot L \cdot k_{3-4} \cdot (T_3 - T_4)}{\ln \frac{r_4}{r_3}} \quad (18)$$

$$q_{4-5} = h_{4-5} \cdot A_4 \cdot (T_4 - T_5) = h_{4-5} \cdot 2\pi \cdot r_4 \cdot L \cdot (T_4 - T_5) \quad (19)$$

Como o calor é transferido em série:

$$q_{transferido} = q_{3-4} = q_{4-5} \quad (20)$$

Ou seja:

$$\frac{k_{3-4} \cdot (T_3 - T_4)}{\ln \frac{r_4}{r_3}} = h_{4-5} \cdot r_4 \cdot (T_4 - T_5) \quad (21)$$

Como o k_{3-4} é conhecido, falta saber a temperatura externa do isolamento T_4 e o coeficiente de convecção natural h_{4-5} , que depende da temperatura do ar envolvente ao isolamento.

Estimando $h_{4-5} = 10 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

$$\frac{0,04 \cdot (60 - T_4)}{\ln \frac{0,05}{0,025}} = 10 \cdot 0,05 \cdot (T_4 - 20) \quad (22)$$

Assim:

$$T_4 = 24,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

As propriedades do ar na temperatura média de $(24,1+20)/2=22,05^\circ\text{C}$, podem ser consideradas como sendo:

- $c_p = 1,0061 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$
- $\rho = 1,1960 \text{ kg/m}^3$
- $\mu = 18,27 \times 10^{-6} \text{ kg/m} \cdot \text{s}$
- $\beta = \frac{1}{T} \text{ K}^{-1}$
- $k = 25,8 \times 10^{-3} \text{ W/m} \cdot \text{K}$

Assim:

$$v = \frac{\mu}{\rho} = 15,53 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \quad (23)$$

$$Gr = \frac{g \cdot \beta (T_e - T_\infty) \cdot d^3}{v^2} = 5,6 \times 10^5 \quad (24)$$

$$Pr = \frac{c_p \cdot \mu}{k} = 0,7124 \quad (25)$$

$$Gr \cdot Pr = 3,99 \times 10^5 \quad (26)$$

Desta forma usar-se-á a equação de Churchill para a convecção livre por cilindros longos horizontais:

$$Nu^{1/2} = 0,60 + 0,387 \left(\frac{Gr \cdot Pr}{\left[1 + (0,559/Pr)^{9/16} \right]^{16/9}} \right)^{1/6} \quad (27)$$

$$Nu = 11,27$$

$$h = Nu \cdot \frac{k}{d} = 5,8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \quad (28)$$

Como o h_{4-5} e o calculado não foram coincidentes, é necessário realizar nova estimativa.

Estimando $h_{4-5} = 6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$:

$$\frac{0,04 \cdot (60 - T_4)}{\ln \frac{0,05}{0,025}} = 6 \cdot 0,05 \cdot (T_4 - 20) \quad (29)$$

Assim:

$$T_4 = 26,5^\circ\text{C}$$

A temperatura média passa a ser $(26,5+20)/2=23,25^\circ\text{C}$. Considerando que as propriedades médias do ar praticamente não se alteram às consideradas anteriormente:

$$Gr = 8,9 \times 10^5 \quad (30)$$

$$Gr \cdot Pr = 6,3 \times 10^5 \quad (31)$$

Aplicando a equação de Churchill novamente:

$$\begin{aligned} Nu &= 12,78 \\ h &= Nu \cdot \frac{k}{d} = 6,5 \text{ W/m}^2 \cdot K \end{aligned} \quad (32)$$

Considera-se que não são necessárias mais iterações e assumir que o $h_{4-5} = 6,25 \frac{W}{m^2} \cdot K$, portanto:

$$\frac{0,04 \cdot (60 - T_4)}{\ln \frac{0,05}{0,025}} = 6,25 \cdot 0,05 \cdot (T_4 - 20) \quad (33)$$

Assim:

$$T_4 = 26,2 \text{ }^\circ\text{C}$$

Considerando o acabamento como uma superfície polida, pode-se ignorar a perda de calor por radiação.

Desta forma, o coeficiente global de transferência de calor é dado por:

$$\frac{1}{U} = \frac{r_3 \cdot \ln \left(\frac{r_3}{r_2} \right)}{k_{2-3}} + \frac{r_4 \cdot \ln \left(\frac{d_4}{d_3} \right)}{k_{3-4}} + \frac{1}{h_{4-5}} \quad (34)$$

$$= \frac{0,025 \cdot \ln \left(\frac{0,025}{0,023} \right)}{50,2} + \frac{0,05 \cdot \ln \left(\frac{0,1}{0,05} \right)}{0,04} + \frac{1}{6,25} = 1,03 \text{ W/m}^2 \cdot K \quad (35)$$

Considerando-se um comprimento de tubo de 30 m, resulta:

$$A_4 = 2\pi \cdot r_4 \cdot L = 2\pi \cdot 0,05 \cdot 30 = 9,42 \text{ m}^2 \quad (36)$$

A quantidade de calor perdido é então:

$$q = A \cdot U \cdot \Delta T = 9,42 \cdot 1,03 \cdot (60 - 20) = 388 \text{ W} \cong 0,388 \text{ kW} \quad (37)$$

Será agora analisada a quantidade de calor perdido, considerando as mesmas condições anteriores, mas sem a presença de um agente isolador térmico nas tubagens. Assim:

Estimando que $h_{3-4} = 10 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$:

$$\frac{50,2 \cdot (60 - T_3)}{\ln\left(\frac{0,025}{0,023}\right)} = 10 \cdot 0,025 \cdot (T_3 - 20) \quad (38)$$

$$T_3 = 59,97 \text{ }^\circ\text{C}$$

Considerando a temperatura média $(59,97+20)/2 \cong 40 \text{ }^\circ\text{C}$, as propriedades do são:

- $cp = 1,0068 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$
- $\rho = 1,1273 \text{ kg/m}^3$
- $\mu = 19,11 \times 10^{-6} \text{ kg/m} \cdot \text{s}$
- $\beta = 1/T \text{ K}^{-1}$
- $k = 27,10 \times 10^{-3} \text{ W/m} \cdot \text{K}$

$$v = \frac{\mu}{\rho} = 16,95 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \quad (39)$$

$$Gr = \frac{g \cdot \beta(T_e - T_\infty) \cdot d^3}{v^2} = 5,36 \times 10^6 \quad (40)$$

$$Pr = \frac{cp \cdot \mu}{k} = 0,71 \quad (41)$$

$$Gr \cdot Pr = 3,8 \times 10^5 \quad (42)$$

Aplicando a equação de Churchill:

$$\begin{aligned} Nu &= 11,09 \\ h &= Nu \cdot \frac{k}{d} = 6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \end{aligned} \quad (43)$$

Como o h_{3-4} e o calculado não foram coincidentes, é necessário realizar nova estimativa. Estimando $h_{4-5} = 6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

$$T_3 = 59,99 \text{ }^\circ\text{C}$$

Uma vez que as propriedades do ar a $59,99 \text{ }^\circ\text{C}$ e a $59,97 \text{ }^\circ\text{C}$ são praticamente idênticas, o coeficiente de convecção natural será igual, ou seja, $h = 6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Assim:

$$\frac{1}{U} = \frac{r_3 \cdot \ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right)}{k_{2-3}} + \frac{1}{h_{3-4}} \quad (44)$$

$$\frac{1}{U} = \frac{0,025 \cdot \ln\left(\frac{0,025}{0,023}\right)}{50,2} + \frac{1}{6} \quad (45)$$

$$U = 5,99 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

A quantidade de calor perdido é então:

$$q = A \cdot U \cdot \Delta T = 4,71 \cdot 5,99 \cdot (60 - 20) = 1128,5 \text{ W} \cong 1,12 \text{ kW} \quad (46)$$

Tabela 18 - Comparação da perda de calor entre um sistema de canalização com, e sem isolamento térmico.

Perda de Calor em sistema não isolado	Perda de calor em sistema isolado
0,388 kW	1,12 kW

É perceptível, que a aplicação de um elemento isolante térmico nas tubagens existentes no edifício pode reduzir em muito a quantidade de energia desperdiçada na circulação da água quente sanitária. É importante reforçar que os cálculos apresentados foram referentes a um tubo com apenas 30 metros de comprimento. Se aumentar a área respetiva às tubagens, as perdas térmicas associadas serão exponencialmente mais significantes.

Torna-se assim fundamental proceder ao isolamento da maior extensão possível de tubagens, na impossibilidade de fazer na totalidade, assim com nos retentores e válvulas.

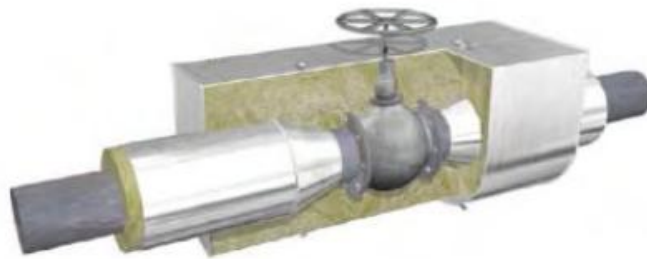


Fig. 40 - Exemplo de um isolamento a uma válvula.

7.1.1.1. Materiais de Isolamento

Existem no mercado diversos materiais com diversas finalidades, contudo devem ser identificados os materiais que mais se adequam à temperatura da água que circulará no interior da canalização.

No caso específico do hotel, sabe-se que a temperatura da água que percorre as tubagens encontra-se entre os 50°C e os 60°C, dependendo da zona onde é feita a medição (à saída da caldeira a temperatura da água é superior que à saída dos reservatórios).

Identificou-se assim o seguinte material:

Tabela 19 - Características do material de isolamento Armaflex SH.

<i>Material</i>	<i>Temperatura de utilização</i>	<i>Condutividade W/(m·K)</i>	<i>térmica</i>
<i>Armaflex SH</i>	+10°C a 105°C	≤ 0,036	

O Armaflex SH é um isolamento térmico para sistemas de aquecimento de AQS que cumpre os regulamentos técnicos (RSECE).

7.2. Sistemas redundantes

O bom funcionamento do hotel está assente no correto funcionamento dos equipamentos que o constituem, desde os aparelhos de climatização, à iluminação, a eletricidade, etc. Contudo na maioria dos casos é impossível prever uma avaria ou falha crítica que pode comprometer o correto funcionamento dos serviços. É assim importante criar sistema de redundância para salvaguardar as necessidades mínimas em caso de avaria ou falha.

A redundância é garantia de funcionamento de um sistema ou rede que não pode parar, ou seja, são os suportes que garantem a proteção contra possíveis falhas (queda de energia, defeitos elétricos, mecânicos, etc.) A redundância deve sempre estar presente em qualquer atividade de considerada fundamental ao correto funcionamento do hotel.

7.2.1. Motores de distribuição de AQS

A circulação da água quente, proveniente das caldeiras de aquecimento até aos depósitos de água, é feita através de dois motores elétricos localizados no teto de uma segunda casa de máquinas.

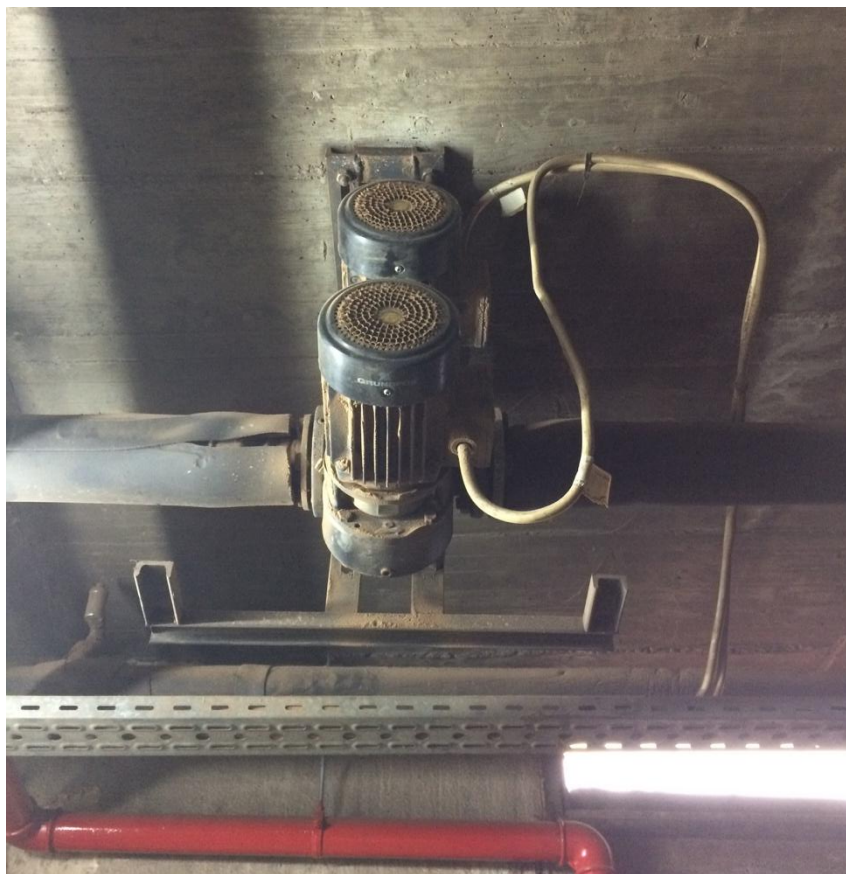


Fig. 41 - Motores responsáveis pela circulação das AQS.

Na Fig. 41 é possível observar os dois motores que são responsáveis pela circulação da água proveniente das caldeiras de aquecimento com destino aos depósitos de armazenamento. Os dois motores estão conectados a apenas um circuito de canalização, e desta forma, em caso de avaria dos motores a circulação da água fica imediatamente interdita e os tanques de reserva deixam de ser abastecidos. Do mesmo modo também as caldeiras de aquecimento são forçadas a parar, uma vez que a água aquecida não poderá ser retirada.

Esta falha pode tornar-se crítica, pois como já foi referido em capítulos anteriores o hotel encontra-se localizado em pleno Parque Natural Serra da Estrela, onde é recorrente a queda de neve, que promove o encerramento de estradas e acessos. Imagine-se esta situação em simultâneo com uma falha dos motores da Fig. 41, implicaria a manutenção dos hóspedes no interior do hotel sem o sistema de AQS em funcionamento.

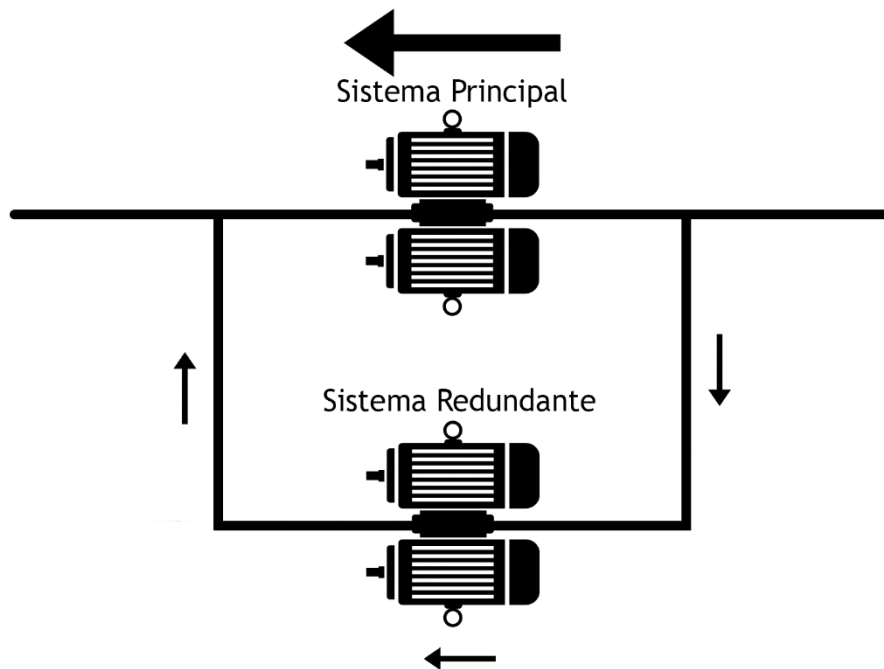


Fig. 42 - Diagrama do sistema redundante sugerido para os motores elétricos.

A Fig. 42 representa o diagrama sugerido para os motores elétricos de circulação de AQS. Este esquema, também conhecido como “by pass system” permite que, em caso de avaria dos motores do sistema principal, possa haver circulação da água pelo sistema redundante e consequentemente proceder à reparação dos motores sem que haja necessidade de interromper o funcionamento do hotel.

8. Sistema de Iluminação

8.1. Panorama atual

Durante a recolha de dados e observações, constatou-se que existia uma grande quantidade de lâmpadas fluorescentes compactas (CFL) e LED, o que indica que existe uma preocupação no que diz respeito aos consumos elétricos e à eficiência energética. Contudo também se verifica a existência de um número significativo de lâmpadas de halogéneo, nomeadamente os focos *SPOT* GU5.3 muito usados antes do surgimento dos *SPOT* LED. Ambas as tecnologias adotadas (CFL e LED) vão de encontro à estratégia de redução de custos associados ao sistema de iluminação, contudo, a tecnologia LED apresenta-se como mais eficiente do que a CFL, permitindo que sejam obtidos melhores resultados.

Após se identificar a presença de CFL, procedeu-se à contagem de todas as lâmpadas existentes no edifício, desde as zonas comuns até aos quartos existentes, tendo-se chegado ao seguinte resultado:

Tabela 20 - Número e tipo de lâmpadas dos diferentes espaços.

<i>Tipos de Lâmpadas</i>			
	Spot Halogéneo	CFL	LED
<i>Quartos</i>	180	352	14
<i>Corredores</i>	88	-	-
<i>Receção</i>	-	-	49
<i>Elevadores</i>	-	-	12
<i>Zonas comuns</i>	16	8	-

As diferentes tecnologias utilizadas para iluminação requerem diferentes quantidades de potência para atingir um determinado valor de lumens, por isso, antes de mais, é importante perceber qual é a quantidade de energia que está a ser usada para iluminar os diferentes espaços. As lâmpadas de halogéneo que são utilizadas têm uma potência de 35 W e um fluxo luminoso de aproximadamente 640 Lm. As CFL variam entre 9 W e os 20 W de potência e têm um fluxo luminoso entre os 290 Lm e os 800 Lm consoante a sua potência. Por fim, as lâmpadas LED têm uma potência de 4,5 W e um fluxo luminoso de 345 Lm.

Tabela 21 - Número total de lâmpadas.

<i>Tipo de lâmpada</i>	<i>Quantidade</i>
<i>Halogénio</i>	284
<i>CFL</i>	360
<i>LED</i>	75

Tabela 22 - Potência necessária para os diferentes tipos de lâmpadas.

Tipos de Lâmpadas			
	Spot Halogéneo	CFL	LED
<i>Quartos</i>	6300 W	4156 W	63 W
<i>Corredores</i>	3080 W	-	-
<i>Recepção</i>	-	-	216 W
<i>Elevadores</i>	-	-	54 W
<i>Zonas comuns</i>	560 W	80 W	-

Como referido anteriormente, percebe-se que existe interesse e conhecimento por parte da gestão em fazer a migração para a tecnologia LED. As zonas que necessitam de iluminação durante mais horas/dia já se encontram equipadas com lâmpadas LED e com sensores de movimento que ativam a iluminação, contudo, puderam-se identificar zonas que necessitam de alteração, uma vez que também são zonas de frequente acesso, como é o caso do salão de jogos e o bar.

8.2. Estudo para a substituição

Tendo o hotel a obrigação de satisfazer os hóspedes oferecendo o melhor conforto possível, o estudo para a substituição será baseado na quantidade de lumens necessária para cada tipo de quarto e não para a potência instalada. Assim, com base nos valores de origem será estudada a melhor solução para que sejam atingidos os valores atuais com o menor custo possível.

A maioria do espaço interior dos quartos não apresenta iluminação de teto, esta é proveniente de candeeiros, quer de mesa-de-cabeceira como de pé alto. A única iluminação de teto que existe é nos corredores dos quartos (caso existam) e nas casas de banho. Para simplificar a perceção do estudo, o quarto será dividido em três zonas: Corredor, Casa de Banho e Zona de Camas. Será apresentado na Tabela 23 as necessidades de lumens por tipo de quarto e a potência instalada atual.

Tabela 23 - Quantidade de fluxo luminoso por tipo de quarto.

Tipo de Quarto	Corredor/Lumens	Casa de Banho/Lumens	Zona de Camas/Lumens	Total Lâmpadas	Potência
Clássico	-	1250	2220	4	53 W
Conforto	2560	1250	1600	9	176 W
Familiar	1280	1250	6250	8	180 W
Suíte	1280	1250	1600	7	126 W
Suíte Júnior	1280	1250	3700	8	140 W
Suíte Master	3450	1380	4440	20	123 W

Com base nos valores apresentados na Tabela 23 é possível fazer a escolha das lâmpadas a serem utilizadas. Um fator importante a ter em conta é o facto de a escolha das lâmpadas estar sujeita a que estas sejam compatíveis com os casquilhos e à configuração já existentes. No caso da iluminação na zona das camas, e visto que esta é proveniente de cadeiros de pé, serão escolhidas lâmpadas em balão iguais às que se encontram instaladas. O mesmo acontece com as lâmpadas das casas de banho que são em *U-Shape* e as dos corredores que são *Spot Light*.

Tabela 24 - Referencia atribuída às lâmpadas sugeridas.

Referencia		
A	Philips Master LED Bulb	9 W
B	Rayhoo E27 Light Bulb	13 W
C	Philips LED GU10 Spot	4,6 W

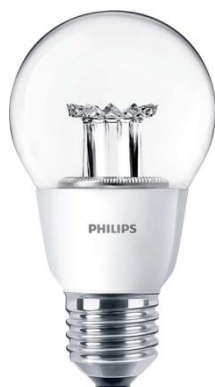


Fig.43 - Philips Master LED Bulb. Fig. 44 - Rayhoo E27 Light Bulb. Fig. 45 - Philips LED GU10 Spot

Tabela 25 - Número e modelo de lâmpadas sugeridas por tipo de quarto.

Tipo de Quarto	Corredor	Casa de Banho	Zona de Camas	Total Lâmpadas	Potência
Clássico	-	1xB	3xA	4	40 W
Conforto	4xC	1xB	4xA	9	67,4 W
Familiar	2xC	1xB	5xA	8	67,2 W
Suite	2xC	1xB	4xA	7	58,2 W
Suite Júnior	2xC	1xB	5xA	8	67,2 W
Suite Master	10xC	4xC	6xA	20	118 W

Para as zonas comuns, os elevadores e os corredores a substituição é constituída pela alteração de todos os focos de halogéneo pelas Philips LED GU10 Spot e todas as lâmpadas CFL pelas Rayhoo E27 Light Bulb.

A escolha das lâmpadas sugeridas teve diversos critérios, como a quantidade de fluxo luminoso, a potência necessária, o casquilho, o formato e a padronização. Com a substituição das lâmpadas sugeridas pode-se alcançar uma redução significativa da potência instalada no hotel, como pode ser visto na Tabela 26.

Tabela 26 - Total de potência instalada para iluminação, atual e sugerida.

Potência Instalada atualmente (W)	Potência Instalada após sugestão (W)
14513	5603

Em termos percentuais é possível perceber que existe uma redução de aproximadamente 60% da potência instalada com a adoção das medidas sugeridas. A redução não se demonstra maior, porque já foram tomadas algumas medidas de racionalização no que toca à iluminação, contudo, e como pode ser observado na Tabela 26, ainda há uma redução possível significativa.

8.3. Quantificação da poupança energética

O cálculo da poupança energética requer que se saiba quanta energia elétrica é gasta e o custo da mesma. Assim são usadas as seguintes equações para calcular ambas as incógnitas:

$$Energia = Potência \times tempo \quad (47)$$

$$Custo = Energia \times tarifa \quad (48)$$

- Energia: Energia elétrica, em Wh;
- Potência: Potência das lâmpadas, em W;
- Tempo: Tempo de funcionamento das lâmpadas, em h;
- Custo: Valor gasto, em €;
- Tarifa: valor pago por unidade de energia consumida, em €/Wh.

Tabela 27 - Tempo de funcionamento das lâmpadas por secções do hotel (atualmente).

	Spot Halogéneo	$h_{utilização}$	Dias	CFL	$h_{utilização}$	Dias	LED	$h_{utilização}$	Dias
Quartos	6300 W	3h	365	4156 W	3h	365	63 W	3h	365
Corredores	3080 W	10h	365	-	-		-		
Recepção	-			-			216 W	24h	365
Elevadores	-			-			54 W	4h	365
Zonas comuns	560 W	16h	365	80 W	16h	365	-		

Na Tabela 27 são estimados os tempos de funcionamento das lâmpadas para as diferentes secções do hotel. Estas estimativas vão permitir extrapolar o consumo de energia atual do hotel. Os dados apresentados contêm erros associados, uma vez que se torna impossível calcular o tempo correto de funcionamento de todas as lâmpadas. Contudo, os resultados serão válidos, pois, para ambos os casos, atuais e sugeridos, serão usados os mesmos tempos de funcionamento.

Tabela 28 - Tempo de funcionamento das lâmpadas por secções do hotel (sugerido).

	Spot Halogéneo	$h_{utilização}$	Dias	CFL	$h_{utilização}$	Dias	LED	$h_{utilização}$	Dias
Quartos							4847 W	3h	365
Corredores				-	-		405 W	10h	365
Recepção	-			-			216 W	24h	365
Elevadores	-			-			54 W	4h	365
Zonas comuns							176 W	16h	365

Segundo a Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE), os custos associados à aquisição de energia elétrica nos diferentes períodos podem ser observados na Tabela 29.

Tabela 29 - Tarifa transitória de venda a clientes finais em BTE (ERSE, 2017).

Período de consumo	Tarifa (€/kWh)
Horas de ponta	0,1598
Horas cheias	0,1267
Horas vazio normal	0,0844
Horas super vazio	0,0742

Os horários de baixa tensão especial variam em relação ao período de verão e inverno e podem ser observados na Tabela 30.

Tabela 30 - Horários de Baixa Tensão Especial (EDP, 2017).

Ciclo Diário		
	Horário de Inverno	Horário de Verão
Ponta	Das 9:00 às 10:30	Das 10:30 às 13:00
	Das 18:00 às 20:30	Das 19:30 às 21:00
Cheias	Das 8:00 às 9:00	Das 8:00 às 10:30
	Das 10:30 às 18:00	Das 13:00 às 19:30
	Das 20:30 às 22:00	Das 21:00 às 22:00
Vazio Normal	Das 06:00 às 8:00	Das 06:00 às 08:00
	Das 22:00 às 02:00	Das 22:00 às 02:00
Super Vazio	Das 02:00 às 06:00	Das 02:00 às 06:00

Sabendo a potência necessária para a iluminação, as horas de funcionamento e as tarifas aplicadas a cada horário é possível estimar o total de energia consumida anualmente e os custos associados à mesma.

Tabela 31 - Estimativa da tarifa média.

Período de consumo	Uso estimado (%)	Tarifa média (€/kWh)
Ponta	45%	0,131
Cheia	30%	
Vazio	20%	
Super Vazio	5%	

A tarifa média foi calculada através da percentagem de uso ponderada e será usada para os cálculos do consumo total (atual e sugerido). Através da aplicação direta das equações (47) e (48) obtêm-se o total de energia consumida anualmente, como pode ser visto na Tabela 32 e Tabela 33.

Tabela 32 - Comparação da energia anual consumida atualmente e após sugestão.

Energia anual consumida atualmente (kWh)	Energia anual consumida após sugestão (kWh)
28468,9	9784,6

Tabela 33 - Comparação dos custo anual atual e após sugestão.

Custo anual atualmente (€)	Custo anual após sugestão (€)
3729	1282

Com a aplicação das alterações sugeridas é possível reduzir significativamente o consumo de energia elétrica, e conseqüentemente os valores associados à mesma. Apesar das medidas de racionamento energético referentes à iluminação já se encontrarem parcialmente implementadas, considera-se fundamental o seu complemento com a alteração de todas as lâmpadas para a tecnologia LED. Esta alteração permite uma poupança na ordem dos 2500 € anuais. É importante referir que os valores apresentados são variáveis, estando dependentes da taxa de ocupação e do tempo de permanência dos hóspedes nos quartos. Contudo, estes podem ser considerados válidos, pois os erros associados estão presentes em ambas as estimativas, permitindo que sejam anulados e a comparação válida.

8.4. Período de Retorno Simples (*Payback Period*)

A decisão de investir num projeto requer a análise fundamentada em dados que permitam avaliar as características do retorno dos investimentos. A viabilidade económica das medidas de eficiência energética é calculada através do parâmetro “período de retorno simples (PRS)”. É uma metodologia que avalia a situação dos custos de energia constantes e iguais aos do momento do investimento, e não considera os custos financeiros nem os efeitos de inflação. Segundo o Decreto-Lei nº79 de 4 de abril de 2006, esta é a metodologia a ser usada no caso de várias soluções energeticamente mais eficientes poderem ser aplicadas. Este modelo deve ser aplicado para efeitos regulamentares e para demonstrar que uma dada medida tem ou não viabilidade económica. O parâmetro define-se por:

$$PRS = \frac{Ca}{P1} \quad (49)$$

em que:

C_a é o custo do investimento, calculado pela diferença entre o custo inicial da solução base e o da solução mais eficientes;

P_1 é a poupança anual resultante da aplicação da alternativa mais eficiente estimada com base em simulações anuais.

No cálculo do *payback period* do investimento da substituição das lâmpadas não será considerado um investimento inicial, pois as lâmpadas em funcionamento já se encontram instaladas. Assim, para a incógnita C_a da equação anterior, o custo de investimento não será calculado pela diferença entre o custo inicial da solução base e o da solução mais eficiente, mas apenas por esta última, a aquisição de lâmpadas LED.

$$PRS = \frac{3220}{2500} = 1,288 \quad (50)$$

Assim, através da aplicação direta da equação obtêm-se um período de retorno de investimento de aproximadamente 1,3 anos, \approx 16 meses.

9. Conclusões

9.1. Resultados e discussão

A eficiência energética, o uso e o consumo de energia são aspetos inerentes a qualquer organização. Sendo o setor hoteleiro um negócio de prestação de serviços de comodidade e conforto, este encontra-se limitado por equipamentos de climatização e iluminação que funcionam durante longos períodos de tempo, durante praticamente todo o ano. Esta dependência da energia deve ser um fator estimulador para a procura de soluções mais eficientes e económicas, não só para reduzir os custos de operação, mas também para tornar o negócio mais sustentável do ponto de vista ambiental. Com base na Norma ISO 50001, procurou-se estabelecer sistemas e processos necessários para melhorar o desempenho energético do hotel. O plano de ação teve enfoque no diagnóstico do sistema: de climatização; de produção de águas quentes sanitárias; de iluminação existente.

Numa primeira fase de diagnóstico procedeu-se à avaliação do local com vista a identificação de possíveis aspetos alvo de intervenção. Nesta primeira fase foi imediatamente identificado o sistema de iluminação, devido à tecnologia das lâmpadas utilizadas (halogénea e fluorescente). Após o diagnóstico inicial foram recolhidos dados referentes aos equipamentos existentes, tais como a marca e o modelo. Esta ação permitiu identificar a *datasheet* dos equipamentos e saber pormenorizadamente as suas características técnicas e limitações. Através da revisão bibliográfica e dos dados recolhidos foi possível apurar as necessidades térmicas do edifício, as limitações causadas pela meteorologia local e os diversos fatores limitadores de uma eficiência energética superior.

No decorrer da investigação detetou-se que a caldeira a *pellets* não tinha capacidade para fornecer a quantidade de energia suficiente para a produção das águas quentes sanitárias necessárias, sendo por isso auxiliada por dois queimadores a gás. Rapidamente se percebeu que poderia existir uma oportunidade de redução da fatura energética e da quantidade de emissões de CO₂ para a atmosfera. Através de cálculos foi possível perceber que há a necessidade de substituir a caldeira biomassa existente por um modelo superior, com vista a utilização autónoma por parte desta tecnologia renovável. Estima-se assim que haja uma poupança anual de aproximadamente 50% no consumo de energia.

No que toca ao sistema AVAC, foi possível perceber que este se encontra devidamente dimensionado para as condições requeridas, fornecendo fluxo de ar e potência instalada suficiente para o total de área que necessita de climatização, em condições de uso normal e extremas. No entanto, foram identificadas falhas na localização dos módulos de AC externos, uma vez que estes se encontram junto ao chão, permitindo que em época de inverno haja acumulação de neve junto aos evaporadores, o que reduz o rendimento e compromete o funcionamento do equipamento. Foi sugerida a elevação de todos os módulos externos,

permitindo que estes permaneçam resguardados das condições atmosféricas mais adversas, como o atolamento de neve e a exposição solar direta. Com base em cálculos foi possível demonstrar que existe uma grande diferença na rentabilidade de funcionamento dos equipamentos consoante a localização da instalação.

Para o sistema de iluminação, foi estudada a hipótese de implementação total de tecnologia LED. Embora o hotel já possua algumas zonas com este tipo de tecnologia, observou-se que na maioria das áreas ainda se utiliza a tecnologia de halogéneo e fluorescente. Assim, procedeu-se à contagem das lâmpadas, identificando a potência, a temperatura de iluminação (Kelvin) e a intensidade de fluxo luminoso (lumens). Analisou-se depois a poupança esperada após a substituição de todas as lâmpadas existentes por lâmpadas LED. A sugestão de substituição teve em consideração a quantidade de fluxo luminoso pré-existente, de modo a que o conforto visual não sofresse alteração com a substituição. Percebeu-se assim que o investimento seria totalmente liquidado após 16 meses de utilização.

Foram ainda sugeridas ações de boas práticas referentes ao funcionamento dos equipamentos de climatização e produção de AQS, como a utilização de um sistema redundante para a circulação das águas quentes provenientes das caldeiras e o isolamento das tubagens, principalmente as que se encontram expostas ao ambiente interno e externo do hotel.

Concluindo, todas as ações sugeridas têm a função de reduzir a fatura energética do hotel como também a sua pegada ecológica. O Luna Hotel Serra da Estrela é um caso especial no que toca à comodidade dos hóspedes, pois, devido à sua localização, está sujeito a condições meteorológicas muito específicas, que podem interromper o funcionamento dos serviços. É por isso importante redimensionar todos os sistemas com deficiências iguais ou superiores à de um hotel convencional localizado no centro de uma cidade.

10. Bibliografia

- APCER. (2013). O modelo de gestão de energia de acordo com a norma ISO 50001. Obtido de <https://www.apcergroup.com/brasil/index.php/pt/newsroom/705/o-modelo-de-gestao-de-energia-de-acordo-com-a-norma-iso-50001> [acedido 18/7/2017]
- Assis, L. (2017). ISO 50001 - Os benefícios da Gestão de Energia Eficiente. Obtido de <https://www.bio3consultoria.com.br/iso-50001/> [acedido 18/7/2017]
- Bott, R. (2014). Estatísticas do Turismo. Igarss 2014. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Brasileiro, L. E. O. (2011). Estabelecimentos hoteleiros: total. PORDATA, 2-4.
- Cascão, V., & de Sousa, A. L. (2013). PNAEE 2016 e PNAER 2020 - As novas metas da Eficiência Energética e das Energias Renováveis, 2.
- Centro de Informação Regional das Nações Unidas para a Europa Ocidental. (2016). Guia sobre desenvolvimento sustentável. Centro de Informação Regional das Nações Unidas para a Europa Ocidental, 1-38.
- Conselho, Parlamento Europeu E Do (2006). Diretiva 2006/32/CE relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos. Jornal Oficial da União Europeia, 2006, 64-85.
- Corazza, R. I. (2005). Tecnologia e Meio Ambiente no Debate sobre os Limites do Crescimento, 442-446.
- Daniel, A. C. M. (2010). Caracterização do Sector Turístico em Portugal. Revista de Estudos Politécnicos, VIII, 255-276.
- ERSE. (2017). Tarifas transitórias de venda a clientes finais em Portugal continental em 2017, 1-5
- DGEG/Mec, P. (2017). Consumo de energia primária: total e por tipo de fonte de energia - Portugal. Obtido 29 de Junho de 2017, de <http://www.pordata.pt/Portugal/Consumo+de+energia+primária+total+e+por+tipo+de+fonte+de+energia-1130> [acedido 29/7/2017]
- Direção Geral de Energia - Ministério da Economia. (2002). Eficiência Energética nos Edifícios. Direcção Geral de Energia Ministério da Economia. <https://doi.org/http://www.adene.pt/NR/rdonlyres/00000092/zaxpmqlrayniuusffzenbc tcmilxaxam/Efici%C3%AanciaEnerg%C3%A9ticasEdif%C3%ADcios.pdf> [acedido 21/7/2017]
- EDP. (2017). Horários de Baixa Tensão Especial. Obtido 1 de Setembro de 2017, de <https://www.edpsu.pt/pt/empresas/tarifasehorarios/horarios/Pages/HorariosBTE.aspx> [acedido 6/9/2017]
- EDP. (2016). Origem da energia elétrica em Portugal. Obtido 28 de Fevereiro de 2017, de <http://www.edpsu.pt/pt/origemdaenergia/Pages/OrigensdaEnergia.aspx> [acedido 28/7/2017]
- Enerdata. (2016). Enerdata_Energy_Statistical_Yearbook_2016. Obtido de <https://yearbook.enerdata.net> [acedido 29/7/2017]

SCE. (2006). Decreto-Lei n.º 78/2006, de 4 de Abril. Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE). Diário da República n.º 67, I Série-A, 2411-2415.

Estima, J. (2015). Hotéis, eficiência energética e sistemas de monitorização inteligentes. Obtido de <http://blog.isaenergy.pt/2015/07/28/hoteis-eficiencia-energetica-e-sistemas-de-monitorizacao-inteligentes/> [acedido 20/7/2017]

Euronews. (2015). Emissões de CO₂, combustíveis fósseis e energias renováveis: corrida em contra-relógio. Obtido 24 de Julho de 2017, de <http://pt.euronews.com/2015/06/09/emisses-de-co2-combustiveis-fosseis-e-energias-renovaveis-corrída-em-contra> [acedido 25/7/2017]

Fragoso, R. (2013). O Novo Enquadramento Legal do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE). Encontro 2013 ADENE - Agências Regionais e Municipais de Energia.

Gelbert, L. (2016). Entenda a importância do acordo de Paris. Obtido de http://www.huffpostbrasil.com/laura-gelbert/entenda-a-importancia-do-acordo-de-paris_a_21693467/ [acedido 12/7/2017]

Hargassner. (2016). Caldeiras Biomassa. Canalcentro. Obtido de <http://www.canalcentro.pt/hargassner-produtos/> [acedido 18/8/2017]

Hotel Energy Solutions. (2011). Analysis on Energy Use by European Hotels: Online Survey and Desk Research, Hotel Energy Solutions project publications.

INE, P. (2017). Emissões de gases por habitante.

Instituto Português da Qualidade. (2012). NP EN ISO 50001:2012 - Sistemas de gestão de energia - Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização.

International Energy Agency. (2009). The Impact of the Financial and Economic Crisis on Global Energy Investment IEA Background paper for the G8 Energy Ministers ' Meeting 24-25 May 2009. International Energy Agency, (May).

Lamarão, A. H. T. da S. (2002). Utilização racional de energia em unidades hoteleiras: casos algarvios. Obtido de <http://sapientia.ualg.pt/handle/10400.1/2045> [acedido 26/7/2017]

Ministério da Economia. (1996). Portaria n.º 347/96. Diário da República, 2410-2412.

Ministério da Economia e da Inovação. (2006). Decreto-Lei n.º 78/2006, Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE). Diário da República, 67, 2-6.

Ministério da Economia e da Inovação. (2006). Decreto-Lei n.º 80/2006, Características de Comportamento Térmico dos Edifícios. Diário da República, 53.

Ministério das Obras Públicas. (2006). Decreto-Lei n.º 79/2006, O Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE). Diário da República, (4 de Abril), 53 (2416-2468).

Parlamento Europeu e do Conselho. (2012). Diretiva 2012/27/UE relativa à eficiência energética. Jornal Oficial da União Europeia, 1-56.

Isover (2017). Recomendações de instalação em tubagens. Obtido <https://www.isover.pt/sites/isover.es/files/assets/documents/recomendacoes-tubagens.pdf> [acedido 1/9/2017]

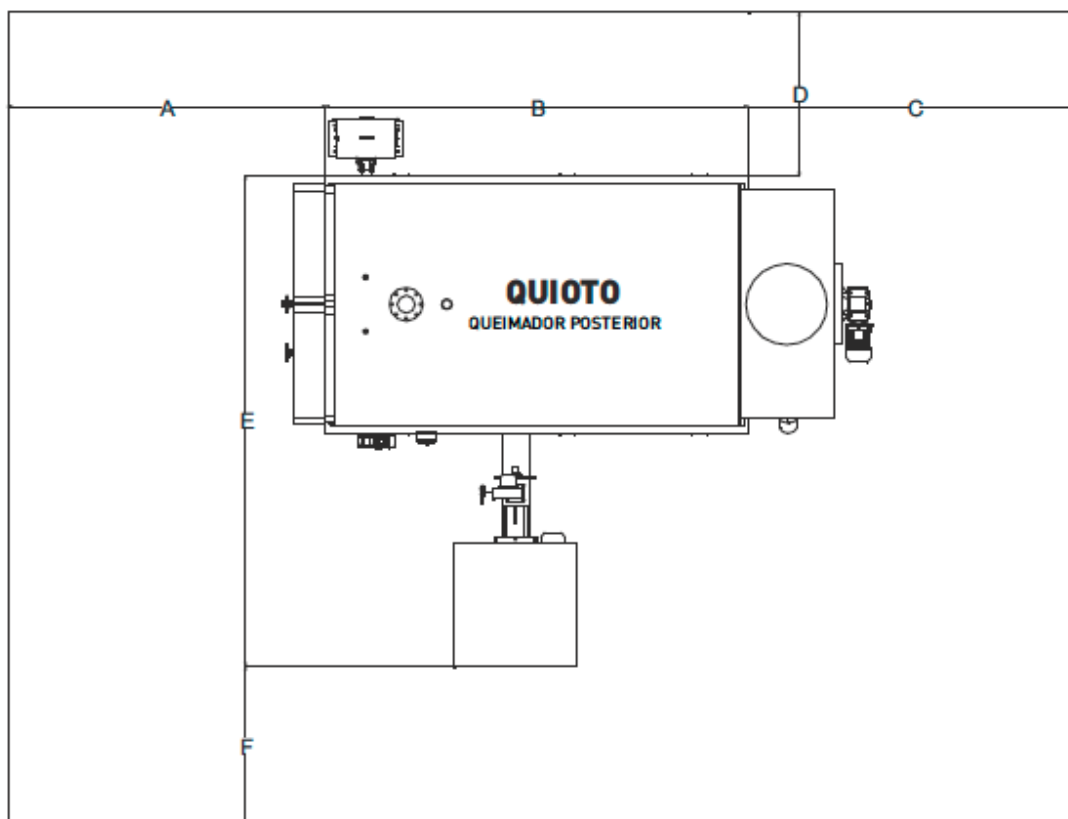
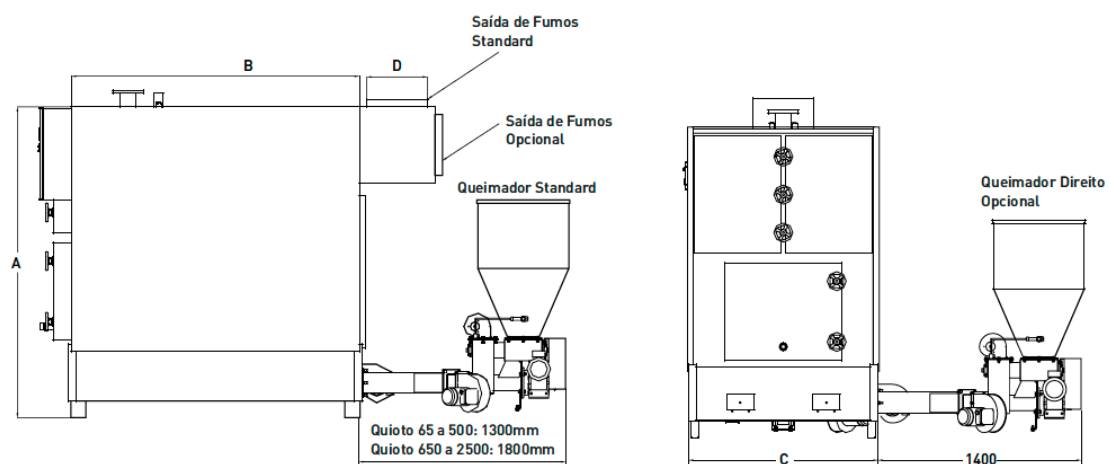
- Pordata, I. (2015). Estabelecimentos hoteleiros: total e por tipo de estabelecimento. Obtido <http://www.pordata.pt/Portugal/Estabelecimentos+hoteleiros+total+e+por+tipo+de+estabelecimento-2562> [acedido 28/2/2017]
- Portal do Ministério da Economia da Inovação e do Desenvolvimento. (2010). Estratégia nacional para a energia 2020. Obtido <http://www.apren.pt/pt/dadostecnicos/index.php?id=206&cat=197> [acedido 9/7/2017]
- Turismo de Portugal (2016). Portaria nº 937/2008 Turismo de Habitação, de 20 de Agosto, 1-5.
- República Portuguesa. (2013). Diretiva 2009/28/CE Plano de Acção Nacional para as Energias Renováveis. Resumo da Política Nacional de Energias Renováveis, (iii), 6394-6397. https://doi.org/10.3000/17252555.L_2009.140.eng [acedido 14/7/2017]
- Ribeiro, J. M. (2017). Portugal eleito um dos 20 melhores destinos para 2017. Obtido 12 de Julho de 2017, de <http://sicnoticias.sapo.pt/pais/2017-01-06-Portugal-eleito-um-dos-20-melhores-destinos-para-2017> [acedido 13/7/2017]
- Riccardo Comini, Florence Clement, Francisco Puente, Alessandro Orlandi, Isabel Oliveira, Pedro Lima, D. B. (2008). A utilização racional de energia em edifícios públicos. Obtido de http://www.adene.pt/NR/rdonlyres/00000322/hargjhozdtkatsvlfzoynsfjtuciexxo/URE_EdPublic_enerbuilding.pdf [acedido 26/7/2017]
- Rodrigues, M. D. C. B. P. (2011). Eficiência Energética no Setor Residencial. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica - Energia e Ambiente da Universidade de Coimbra, 106.
- Silva, A. R. (2007). Turismo pode representar 6,5 por cento do PIB em 2007. Obtido <https://www.publico.pt/economia/jornal/turismo-pode-representar--65-por-cento--do-pib-em-2007-239429> [acedido 13/7/2017]
- Turismo de Portugal. (2011). Relatório de Sustentabilidade 2011 - Atuar para o Desenvolvimento Sustentável, 83.
- Unar, N. A. (2016). ENERGY CRISIS CAUSES, EFFECTS AND REMEDIES. Obtido 11 de Julho de 2017, de <https://www.linkedin.com/pulse/energy-crisis-causes-effects-remedies-naveed-ahmed-unar> [acedido 12/7/2017]
- Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE). (1990). Obtido de <https://paginas.fe.up.pt/~vpfreita/RCCTE200502.pdf> [acedido 10/7/2017]

Anexos

Anexo I - Referência Caldeira Industrial Biomassa

Modelo	Potência Útil		Ligações	QUEIMADOR* STANDARD TRASEIRO	QUEIMADOR* ESTILHA TRASEIRO
	kW	kcal/h		REF	REF
Caldeira Industrial Quioto 65	65	55.900	1 1/4"	0103.0601	0103.0701
Caldeira Industrial Quioto 100	100	86.000	1 1/4"	0103.0602	0103.0702
Caldeira Industrial Quioto 150	150	129.000	1 1/2"	0103.0603	0103.0703
Caldeira Industrial Quioto 200	200	172.000	2"	0103.0604	0103.0704
Caldeira Industrial Quioto 250	250	215.000	2 1/2"	0103.0605	0103.0705
Caldeira Industrial Quioto 325	325	279.500	2 1/2"	0103.0606	0103.0706
Caldeira Industrial Quioto 400	400	344.000	2 1/2"	0103.0607	0103.0707
Caldeira Industrial Quioto 500	500	430.000	3"	0103.0608	0103.0708
Caldeira Industrial Quioto 650	650	559.000	4"	0103.0609	0103.0709
Caldeira Industrial Quioto 800	800	688.000	4"	0103.0610	0103.0710
Caldeira Industrial Quioto 1000	1000	860.000	4"	0103.0611	0103.0711
Caldeira Industrial Quioto 1200	1200	1.032.000	5"	0103.0612	0103.0712
Caldeira Industrial Quioto 1600	1600	1.376.000	6"	0103.0613	0103.0713
Caldeira Industrial Quioto 2000	2000	1.720.000	6"	0103.0614	0103.0714
Caldeira Industrial Quioto 2500	2500	2.150.000	8"	0103.0615	0103.0715

Anexo II - Esquema de montagem da Caldeira Industrial a Biomassa



Modelo	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]	F [mm]
Quioto 1000	3250	3000	4400	1500	3220	2650

Anexo III - Ficha técnica das lâmpadas LED Rayhoo



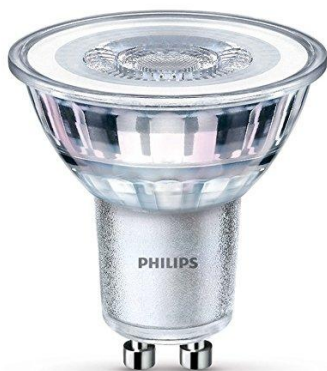
Brand	Rayhoo
Item Weight	95 g
Product Dimensions	17x4,1x,4,1 cm
Manufacture reference	E27-85-13W-W
Part Number	E27-85-13W-W
Colour	6000K White
Shape	Tube
Input voltage	220 volts
Type of Bulb	LED
Cap Type	E27
EU Energy Efficiency Label	A+
Luminous Flux	1300 lumen
Power	13 Watts
Incandescent Equivalent	100 Watts
Bulb Diameter	41 mm
Bulb Length	170 mm

Anexo IV - Ficha técnica das lâmpadas LED Philips



Brand	Philips
Item Weight	82 g
Product Dimensions	11x6x6cm
Part Number	929001150932
Colour	2700K White
Shape	Standard
Input voltage	220 volts
Type of Bulb	LED
Cap Type	E27
EU Energy Efficiency Label	A+
Luminous Flux	806 lumen
Power	9 Watts
Incandescent Equivalent	60 Watts
Bulb Diameter	41 mm
Bulb Length	110 mm

Anexo V - Ficha técnica das lâmpadas LED Philips



Brand	Philips
Item Weight	82 g
Product Dimensions	5,3x5x5,3cm
Part Number	9299001218201
Colour	4000K White
Shape	Reflector
Input voltage	220 volts
Type of Bulb	LED
Cap Type	GU10
EU Energy Efficiency Label	A++
Luminous Flux	390 lumen
Power	4,6 Watts

Anexo VI - Tabela das propriedades da água

Saturated Water and Steam

T [°C]	P_s [bar]	v_g [m ³ /kg]	h_f [kJ/kg]	h_g [kJ/kg]	s_f [kJ/kg K]	s_{fg} [kJ/kg K]	s_g [kJ/kg K]	
0.01	0.006112	206.1	0*	2500.8	2500.8	0†	9.155	9.155
1	0.006566	192.6	4.2	2498.3	2502.5	0.015	9.113	9.128
2	0.007054	179.9	8.4	2495.9	2504.3	0.031	9.071	9.102
3	0.007575	168.2	12.6	2493.6	2506.2	0.046	9.030	9.076
4	0.008129	157.3	16.8	2491.3	2508.1	0.061	8.989	9.050
5	0.008719	147.1	21.0	2488.9	2509.9	0.076	8.948	9.024
6	0.009346	137.8	25.2	2486.6	2511.8	0.091	8.908	8.999
7	0.01001	129.1	29.4	2484.3	2513.7	0.106	8.868	8.974
8	0.01072	121.0	33.6	2481.9	2515.5	0.121	8.828	8.949
9	0.01147	113.4	37.8	2479.6	2517.4	0.136	8.788	8.924
10	0.01227	106.4	42.0	2477.2	2519.2	0.151	8.749	8.900
11	0.01312	99.90	46.2	2474.9	2521.1	0.166	8.710	8.876
12	0.01401	93.83	50.4	2472.5	2522.9	0.180	8.671	8.851
13	0.01497	88.17	54.6	2470.2	2524.8	0.195	8.633	8.828
14	0.01597	82.89	58.8	2467.8	2526.6	0.210	8.594	8.804
15	0.01704	77.97	62.9	2465.5	2528.4	0.224	8.556	8.780
16	0.01817	73.38	67.1	2463.1	2530.2	0.239	8.518	8.757
17	0.01936	69.09	71.3	2460.8	2532.1	0.253	8.481	8.734
18	0.02063	65.08	75.5	2458.4	2533.9	0.268	8.444	8.712
19	0.02196	61.34	79.7	2456.0	2535.7	0.282	8.407	8.689
20	0.02337	57.84	83.9	2453.7	2537.6	0.296	8.370	8.666
21	0.02486	54.56	88.0	2451.4	2539.4	0.310	8.334	8.644
22	0.02642	51.49	92.2	2449.0	2541.2	0.325	8.297	8.622
23	0.02808	48.62	96.4	2446.6	2543.0	0.339	8.261	8.600
24	0.02982	45.92	100.6	2444.2	2544.8	0.353	8.226	8.579
25	0.03166	43.40	104.8	2441.8	2546.6	0.367	8.190	8.557
26	0.03360	41.03	108.9	2439.5	2548.4	0.381	8.155	8.536
27	0.03564	38.81	113.1	2437.2	2550.3	0.395	8.120	8.515
28	0.03778	36.73	117.3	2434.8	2552.1	0.409	8.085	8.494
29	0.04004	34.77	121.5	2432.4	2553.9	0.423	8.050	8.473
30	0.04242	32.93	125.7	2430.0	2555.7	0.436	8.016	8.452
32	0.04754	29.57	134.0	2425.3	2559.3	0.464	7.948	8.412
34	0.05318	26.60	142.4	2420.5	2562.9	0.491	7.881	8.372
36	0.05940	23.97	150.7	2415.8	2566.5	0.518	7.814	8.332
38	0.06624	21.63	159.1	2411.0	2570.1	0.545	7.749	8.294
40	0.07375	19.55	167.5	2406.2	2573.7	0.572	7.684	8.256
42	0.08198	17.69	175.8	2401.4	2577.2	0.599	7.620	8.219
44	0.09100	16.03	184.2	2396.6	2580.8	0.625	7.557	8.182
46	0.1009	14.56	192.5	2391.8	2584.3	0.651	7.494	8.145
48	0.1116	13.23	200.9	2387.0	2587.9	0.678	7.433	8.111
50	0.1233	12.04	209.3	2382.1	2591.4	0.704	7.371	8.075
55	0.1574	9.578	230.2	2370.1	2600.3	0.768	7.223	7.991
60	0.1992	7.678	251.1	2357.9	2609.0	0.831	7.078	7.909
65	0.2501	6.201	272.0	2345.7	2617.7	0.893	6.937	7.830
70	0.3116	5.045	293.0	2333.3	2626.3	0.955	6.800	7.755

Anexo VII - Tabela das propriedades do ar seco na pressão atmosférica

temperatura (°C)	ρ (Kg/m ³)	c_p (KJ/Kg.K)	K (W/m.K)	$\mu \times 10^5$ (Kg/m.s)	$\nu \times 10^6$ (m ² /s)
-150	2,793	1,026	0,0120	0,870	3,11
-100	1,980	1,009	0,0165	1,18	5,96
-50	1,534	1,005	0,0206	1,47	9,55
0	1,2930	1,005	0,0242	1,72	13,30
20	1,2045	1,005	0,0257	1,82	15,11
40	1,1267	1,009	0,0271	1,91	16,97
60	1,0595	1,009	0,0285	2,00	18,90
80	0,9908	1,009	0,0299	2,10	20,94
100	0,9458	1,013	0,0314	2,18	23,6
120	0,8980	1,013		2,27	25,23
140	0,8535	1,013		2,35	27,55
160	0,8150	1,017	0,0358	2,43	29,85
180	0,7785	1,022	0,0372	2,51	32,29
200	0,7475	1,026	0,0386	2,58	34,63
250	0,6745	1,034	0,0421	2,78	41,17
300	0,6157	1,047	0,0390	2,95	47,85
350	0,5662	1,055	0,0485	3,12	55,05
400	0,5242	1,068	0,0516	3,28	62,53
450	0,4875	1,080	0,0543	3,44	
500	0,4564	1,092	0,0570		
600	0,4041	1,114	0,0621		95,57
700	0,3625	1,135	0,0667	4,12	113,7
800	0,3287	1,156	0,0706	4,37	132,8
900	0,3210	1,172	0,0741	4,59	152,5
1000	0,2770	1,185	0,0770	4,80	175

Anexo VIII - Tabela condutividade térmica

Condutividade Térmica

Material	Condutividade Térmica (cal/s)/(cm ² C/cm)	Condutividade Térmica (W/m K)*
Diamante	...	1000
Prata	1,01	406,0
Cobre	0,99	385,0
Ouro	...	314
Latão	...	109,0
Alumínio	0,50	205,0
Ferro	0,163	79,5
Aço	...	50,2
Chumbo	0,083	34,7
Mercúrio	...	8,3
Gelo	0,005	1,6
Vidro comum	0,0025	0,8
Concreto	0,002	0,8
Água a 20° C	0,0014	0,6
Fibra de vidro	0,00015	0,04
Feltro	0,0001	0,04
Lã (novelo)	...	0,04
Poliestireno	...	0,033
Poliuretano	...	0,02
Madeira	0,0001	0,12 - 0,04
Ar a 0° C	0,000057	0,024
hélio (20°C)	...	0,138
Hidrogênio (20°C)	...	0,172
Nitrogênio (20°C)	...	0,0234
Oxigênio (20°C)	...	0,0238

