



Dissertação

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica

SGTH – Sistema de Gestão Técnica para Hotéis

Tiago Filipe Gonçalves Pimenta

Leiria, junho de 2015



Dissertação

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica
Energia e Automação

SGTH – Sistema de Gestão Técnica para Hotéis

Tiago Filipe Gonçalves Pimenta

Dissertação de Mestrado realizada sob a orientação do Doutor Eliseu Ribeiro, Professor da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria e co-orientação do Engenheiro Luís Dias, proprietário da empresa Domebus, Lda representante da *Distech Controls* em Portugal.

Leiria, junho de 2015

*Aos meus pais, irmã e namorada,
pela compreensão e incansável
apoio ao longo de todo
o percurso académico.*

AGRADECIMENTOS

Com a finalização deste projeto concluiu-se mais uma etapa na minha vida. Este projeto é o culminar de 2 anos de desafios, vividos no Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, nesta instituição que é o Instituto Politécnico de Leiria (IPL).

A realização deste projeto só foi possível devido aos conhecimentos teóricos e práticos adquiridos no decorrer dos últimos dois anos, bem como de todo o restante percurso académico.

Também se revelou essencial e bastante motivador todo o apoio demonstrado por inúmeras pessoas, na superação de todos os obstáculos encontrados ao longo do desenvolvimento deste projeto. A todas essas se destinam estes sinceros agradecimentos.

Ao meu orientador de projeto, o Professor Eliseu Ribeiro pelo qual tenho uma grande amizade e o Co - Orientador o Engenheiro Luís Dias, um especial agradecimento por toda a motivação, empenho e confiança transmitidos, o que viabilizou de forma muito significativa o rumo deste trabalho.

Todo o apoio incondicional prestado pelos meus pais, irmã e a minha namorada merecem enorme referência pois foram eles que me deram força e me apoiaram nos momentos mais difíceis desta caminhada.

Um agradecimento especial a todos os colegas de curso que fizeram parte deste meu percurso, sem eles não era a mesma coisa.

A todos, um grande obrigado.

RESUMO

Título: SGTH – Sistema de Gestão Técnica para Hotéis

Orientadores: Doutor Eliseu Ribeiro / Co – Orientador Engenheiro Luís Dias

Instituição: Instituto Politécnico de Leiria – Escola Superior de Tecnologia e Gestão
Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Aluno: Tiago Filipe Gonçalves Pimenta, N° 2120939, 2° Ano – Mestrado de Engenharia Eletrotécnica Ramo Energia e Automação

Conceber um Sistema de Gestão Técnica (SGT) genérico, utilizando tecnologia *Distech Controls*, com aplicação particular aos edifícios de serviços na área da hotelaria. O SGT deverá monitorizar os consumos energéticos do edifício, e perante a análise dos mesmos, ter capacidade para otimizar energeticamente o funcionamento do edifício.

Sendo as tarefas fundamentais: o conhecimento da tecnologia *Distech Controls*, a identificação dos perfis de consumo dos Hotéis, a caracterização das medidas de utilização racional de energia, a conceção otimizada do SGT ao nível da estrutura física e a elaboração de ferramentas de decisão a serem implantadas no SGT com objetivo de otimizarem energeticamente o edifício.

Palavras-chave: Sistema de Gestão Técnica; Utilização racional de energia; *Distech Controls*.

ABSTRACT

Title: SGTH – Sistema de Gestão Técnica para Hotéis

Teacher: Doutor Eliseu Ribeiro / Co – Orientador Engenheiro Luís Dias

Institution: Instituto Politécnico de Leiria – Escola Superior de Tecnologia e Gestão –
Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Student: Tiago Filipe Gonçalves Pimenta, Nº 2120939, 2º Ano – Mestrado de Engenharia
Eletrotécnica Ramo Energia e Automação

Designing a building energy management system (BEMS), with Distech Controls technology. With particular application to buildings services in the field of hospitality. The BEMS should be able to monitor the electric consumption of the building, analyze the data and have the ability to optimize the electric consumption of the same.

In order to design a good BEMS, we need to take to account some fundamental principles: a good understanding of the Distech Controls technology, being able to identify the consumption profile of any hotel, characterization of the measures for a good and rational energy consumption an optimized design of the BEMS at the physical level of the infrastructure and elaboration of management tools to be implemented in the BEMS with the purpose of energetically optimizing the building.

Keywords: Distech Controls; Rational Use of Energy; Technical Management System.

ÍNDICE DE CONTEÚDOS

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE DE CONTEÚDOS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABELAS	XII
ABREVIATURAS	XIII
1. ANÁLISE INTRODUTÓRIA	1
1.1. OBJETIVOS.....	2
1.2. A EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA	2
1.3. CRONOGRAMA INICIAL	4
1.3.1. DESCRIÇÃO DETALHADA DAS TAREFAS	4
1.4. ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO	5
2. ANÁLISE ENERGÉTICA	7
2.1. ESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA HOTELEIRO PORTUGUÊS.....	8
2.2. TAXAS DE OCUPAÇÃO DO SISTEMA HOTELEIRO PORTUGUÊS.....	9
2.3. CONSUMO DE ENERGIA EM PORTUGAL.....	10
2.4. FONTES DE CONSUMO DE ENERGIA NOS EDIFÍCIOS.....	11
2.4.1. AQUECIMENTO E CLIMATIZAÇÃO	12
2.4.2. RESTAURAÇÃO	14
2.4.3. ÁGUA QUENTE	15
2.4.4. ILUMINAÇÃO.....	16
2.4.5. OUTROS CONSUMOS	17
2.5. LEGISLAÇÃO SOBRE OS CONSUMOS ENERGÉTICOS	19
3. TECNOLOGIA UTILIZADA PARA A REDUÇÃO DE CUSTOS	22
3.1. ENQUADRAMENTO DA TECNOLOGIA.....	23
3.2. DESCRIÇÃO DA TECNOLOGIA.....	23
3.3. SERVIÇOS OFERECIDOS PELO SISTEMA DE GESTÃO TÉCNICA	25
3.3.1. SERVIÇOS DE AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO E AR CONDICIONADO (AVAC)	25
3.3.2. SERVIÇO DE ILUMINAÇÃO	27
3.3.3. SERVIÇO DE CONTROLO DE ACESSOS	27
3.3.4. SERVIÇO DE DETEÇÃO DE SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA.....	27

3.3.5.	SERVIÇO DE DIAGNÓSTICO DE FALHAS E MANUTENÇÃO DO SISTEMA	28
3.3.6.	SERVIÇO DE GESTÃO DE ENERGIA.....	28
3.3.7.	SERVIÇO DE VIGILÂNCIA E DETECÇÃO DE INTRUSÃO CCTV	28
3.4.	A EMPRESA (<i>DOMEBUS</i>).....	28
4.	CASO DE ESTUDO – CASA SÃO NUNO	31
4.1.	CÁLCULOS ASSOCIADOS AO CASO DE ESTUDO	31
4.2.	DESCRIÇÃO E LOCALIZAÇÃO DO EDIFÍCIO EM ESTUDO	32
4.3.	EQUIPAMENTOS DO SGT INSTALADOS NO CASO DE ESTUDO	34
4.4.	COMPOSIÇÃO DE CADA PISO DO HOTEL.....	35
4.5.	VARIÁVEIS DE FUNCIONAMENTO DO HOTEL	36
4.5.1.	TAXAS DE OCUPAÇÃO	36
4.5.2.	TEMPERATURA DOS PISOS	38
4.5.3.	CONSUMOS DE GÁS.....	39
4.5.4.	UNIDADES DE TRATAMENTO DE AR (UTA'S)	40
4.5.5.	CHILLER'S.....	41
4.5.6.	ILUMINAÇÃO.....	44
4.6.	CÁLCULO DOS CONSUMOS TEÓRICOS VS CONSUMOS REAIS	50
4.6.1.	ANÁLISE DO CENÁRIO 1	51
4.6.2.	ANÁLISE DO CENÁRIO 2	53
4.6.3.	ANÁLISE DO CENÁRIO 3	55
4.6.4.	ANÁLISE DO CENÁRIO 4	56
4.7.	ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	57
5.	APLICAÇÃO DESENVOLVIDA	60
5.1.	PRINCÍPIO BÁSICO DE FUNCIONAMENTO DA APLICAÇÃO	60
5.2.	PLATAFORMA DE DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO.....	61
5.3.	ALGORITMO DA APLICAÇÃO.....	63
5.4.	ÁREA DE INTERAÇÃO COM O CLIENTE	64
5.4.1.	DADOS FORNECIDOS PELO CLIENTE	65
5.4.2.	DADOS FORNECIDOS PELA DOMEBUS.....	66
5.4.3.	ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS (RESULTADO DO ALGORITMO).....	68
5.5.	MENU DE OPÇÕES AVANÇADAS.....	69
6.	CONCLUSÕES.....	75
6.1.	CONCLUSÕES DO TRABALHO REALIZADO	75
6.2.	MELHORIAS E PROPOSTAS FUTURAS.....	76
	REFERÊNCIAS	79

ANEXOS	81
ANEXO 1 – PLATAFORMA ONLINE DOS CONSUMOS DO HOTEL EM TEMPO REAL	82
ANEXO 2 – PÁGINA PRINCIPAL DA APLICAÇÃO DESENVOLVIDA.....	83
ANEXO 3 – TAXAS DE OCUPAÇÃO	84
ANEXO 4 – EXEMPLO (<i>SIMULAÇÃO NA APLICAÇÃO</i>)	85
ANEXO 5 – CÁLCULO RETORNO DO INVESTIMENTO (<i>CENÁRIO 1 E CENÁRIO 2</i>).....	92
ANEXO 6 – CÁLCULO RETORNO DO INVESTIMENTO (<i>CENÁRIO 3 E CENÁRIO 4</i>).....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO DE EDIFÍCIOS. [6]	3
FIGURA 2: ORGANIZAÇÃO DO SISTEMA HOTELEIRO PORTUGUÊS.....	8
FIGURA 3: TAXA DE OCUPAÇÃO POR TIPOLOGIA E MESES, EM 2013 (TURISMO DE PORTUGAL).....	9
FIGURA 4: DIVISÃO DOS CONSUMOS DE ENERGIA EM PORTUGAL.	10
FIGURA 5: DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA EM HOTÉIS [7].....	11
FIGURA 6: PRINCIPAIS OBJETIVOS DE UM SGT [14].....	22
FIGURA 7: DIFERENTES TIPOS DE CONTROLADORES [14].	24
FIGURA 8: SERVIÇOS OFERECIDOS PELO SGT [14].	25
FIGURA 9: EMPRESA DOMEBUS – LEIRIA [16].	29
FIGURA 10: CASA SÃO NUNO [18].....	33
FIGURA 11: LOCALIZAÇÃO ESPACIAL DO HOTEL.....	33
FIGURA 12: OCUPAÇÃO SEGUNDO AS DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO	37
FIGURA 13: TAXAS DE OCUPAÇÃO DOS DIFERENTES PISOS AO LONGO DO ANO	37
FIGURA 14: TEMPERATURA MÉDIA DOS PISOS DO HOTEL.....	38
FIGURA 15: CONSUMO DE GÁS NA CENTRAL TÉRMICA.....	40
FIGURA 16: PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DE UM CHILLER.....	42
FIGURA 17: CUSTO DOS CHILLERS EM FUNCIONAMENTO ANO DE 2013.....	42
FIGURA 18: CONSUMO DOS CHILLERS.....	43
FIGURA 19: GASTOS DE ILUMINAÇÃO PISO 0.	45
FIGURA 20: GASTOS DE ILUMINAÇÃO PISO -1.	45
FIGURA 21: GASTOS DE ILUMINAÇÃO PISO -2.	46
FIGURA 22: GASTOS DE ILUMINAÇÃO PISO 1.	47
FIGURA 23: GASTOS DE ILUMINAÇÃO PISO 2.	47
FIGURA 24: GASTOS DE ILUMINAÇÃO PISO 2POENTE.....	48
FIGURA 25: GASTOS DE ILUMINAÇÃO PISO 3POENTE.....	48
FIGURA 26: GASTOS DE ILUMINAÇÃO PISO 4POENTE.....	49
FIGURA 27: PRINCÍPIO BÁSICO DE FUNCIONAMENTO DA APLICAÇÃO	61
FIGURA 28: PLATAFORMA DE DESENVOLVIMENTO DA INTERFACE GRÁFICA.....	62
FIGURA 29: PLATAFORMA DE DESENVOLVIMENTO DO ALGORITMO DA APLICAÇÃO.....	62
FIGURA 30: FLUXOGRAMA DE FUNCIONAMENTO DA APLICAÇÃO.	63
FIGURA 31: ORGANIZAÇÃO DA ÁREA CLIENTE.....	64
FIGURA 32: POTÊNCIA ANUAL DOS CHILLERS.....	65
FIGURA 33: POTÊNCIA DE CLIMATIZAÇÃO.....	66
FIGURA 34: POTÊNCIA DE ILUMINAÇÃO	66
FIGURA 35: EQUIPAMENTOS A INSTALAR PELO SISTEMA.....	68
FIGURA 36: RESULTADOS GERADOS PELO PROGRAMA.....	69

FIGURA 37: MENU DE OPÇÕES AVANÇADAS.....	69
FIGURA 38: ÁREA DE MANUTENÇÃO DE VARIÁVEIS.....	71
FIGURA 39: CONFIRMAÇÃO DOS VALORES ALTERADOS.....	71
FIGURA 40: RELATÓRIO DE DADOS PARA O CLIENTE.....	72
FIGURA 41: MENU DE INFORMAÇÃO DA APLICAÇÃO.....	73
FIGURA 42: OPÇÃO SAIR DA APLICAÇÃO.....	73
FIGURA 43: PLATAFORMA ONLINE DOS CONSUMOS REAIS DO HOTEL.....	82
FIGURA 44: PÁGINA PRINCIPAL DA APLICAÇÃO DESENVOLVIDA.....	83
FIGURA 45: METODOLOGIA DE ANÁLISE DAS TAXAS DE OCUPAÇÃO DO HOTEL.....	84
FIGURA 46: EXEMPLO DE CÁLCULO NA ÁREA DO CLIENTE.....	85
FIGURA 47: EXEMPLO DE CÁLCULO DO SERVIDOR SGT.....	86
FIGURA 48: EXEMPLO DE CÁLCULO DA ESTAÇÃO DE MONITORIZAÇÃO.....	87
FIGURA 49: EXEMPLO DE CÁLCULO DA CLIMATIZAÇÃO DE QUARTO/SALAS.....	88
FIGURA 50: EXEMPLO DE CÁLCULO PARA PRODUÇÃO DE AQS.....	89
FIGURA 51: EXEMPLO DE RESULTADOS GERADOS PELA APLICAÇÃO.....	90
FIGURA 52: EXEMPLO DE RELATÓRIO PARA O CLIENTE.....	90
FIGURA 53: RETORNO DO INVESTIMENTO PARA O CENÁRIO 1 E 2.....	92
FIGURA 54: RETORNO DO INVESTIMENTO PARA O CENÁRIO 3 E 4.....	93

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1: CRONOGRAMA INICIAL PARA O PROJETO.....	4
TABELA 2: DIFERENTES UNIDADES HOTELEIRAS E RESPECTIVA LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA [11].	8
TABELA 3: TEMPERATURAS RECOMENDADAS DE ACORDO COM A OCUPAÇÃO [7].	12
TABELA 4: RECOMENDAÇÃO DE RENOVAÇÃO DE AR NUMA UNIDADE HOTELEIRA [7].	13
TABELA 5: MATERIAIS CONSTITUINTES DO SERVIDOR DEDICADO AO SGT [16].	34
TABELA 6: MATERIAIS CONSTITUINTES DO SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO DE QUARTOS E SALAS [16].	35
TABELA 7: MATERIAIS UTILIZADOS PARA A PRODUÇÃO DE ÁGUAS QUENTES SANITÁRIAS [16].....	35
TABELA 8: ORGANIZAÇÃO DO HOTEL.	36
TABELA 9: DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES DE TRATAMENTO DE AR NO HOTEL.....	41
TABELA 10: CONSUMOS ANUAIS DOS DOIS CHILLERS EM FUNCIONAMENTO.....	43
TABELA 11: CONSUMO ANUAL DE ILUMINAÇÃO.	49
TABELA 12: DIFERENTES CENÁRIOS SIMULADOS.....	50
TABELA 13: CONSUMOS REAIS DO HOTEL.	51
TABELA 14: VALORES TEÓRICOS DE ILUMINAÇÃO (CEN 1)	52
TABELA 15: VALORES TEÓRICOS DE CLIMATIZAÇÃO (CEN 1).....	53
TABELA 16: VALORES TEÓRICOS DE ILUMINAÇÃO (CEN 2)	54
TABELA 17: VALORES TEÓRICOS DE CLIMATIZAÇÃO (CEN 2).....	54
TABELA 18: VALORES TEÓRICOS DE CLIMATIZAÇÃO (CEN 3).....	55
TABELA 19: VALORES TEÓRICOS DE ILUMINAÇÃO (CEN 4)	56
TABELA 20: VALORES TEÓRICOS DE CLIMATIZAÇÃO (CEN 4).....	57
TABELA 21: GASTOS MONETÁRIOS DO HOTEL, VALORES REAIS E TEÓRICOS.	58
TABELA 22: GASTOS ENERGÉTICOS DO HOTEL, VALORES REAIS E TEÓRICOS.....	58

ABREVIATURAS

ESTG – Escola Superior de Tecnologia e Gestão

IPL – Instituto Politécnico de Leiria

SGT – Sistema de Gestão Técnica

CE – Caso de Estudo

CEN – Cenário

GEE – Gases efeito de estufa

AVAC - Aquecimento, ventilação e ar condicionado

AQS - Águas quentes sanitárias

CAD – *Computer aided design*

UTA – Unidade Tratamento de Ar

IEE - Indicador de Eficiência Energética

COP – Coeficiente de desempenho do equipamento

RCCTE - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RSECE - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização de Edifícios

SCE - Sistema de Certificação Energética de Edifícios

URE - Utilização Racional de Energia

AIE - Agência Internacional da Energia

INE - Instituto Nacional Estatística

TP – Turismo de Portugal

€ - Euro

UE - União Europeia

kW - *Kilo Watt*

kWh - Kilo Watt hora

OOP - *Object Oriented Programming*

VBA – *Visual Basic*

1. Análise Introdutória

Em análise à situação atual que o ser humano atravessa verifica-se um grande aumento dos consumos de energia a nível mundial e respetivas emissões de gases efeito de estufa que provocam o aquecimento global. Com estas alterações estamos sujeitos a mudanças climáticas muito maléficas para todos os seres vivos. O protocolo de Quioto impôs um limite ao aumento destas emissões [1] e todos os países que pertencem a este tiveram que tomar medidas para a redução da emissão destes gases na sua região. Estas medidas incidem na diretiva do Parlamento Europeu e no conselho 2010/31/CE [2]. Estas diretivas têm como principal objetivo e motivação aumentar a eficiência energética nos edifícios, os quais representam cerca de 40 % dos consumos a nível Europeu (aproximadamente 29% da energia final e 62% da energia elétrica em Portugal). Também se pretende uma redução da dependência energética externa da União Europeia e reduzir as emissões de GEE.

O nosso país como membro deste protocolo criou várias políticas para reduzir as emissões de GEE e também a dependência energética externa. Uma das políticas que se destaca de entre as outras é o programa para a eficiência energética em edifícios do qual surgiu o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE) [3] que inclui dois regulamentos: o RSECE [4] e o RCCTE [5]. Analisando estes regulamentos podemos verificar que ambos apresentam os critérios que os edifícios mais recentes devem preencher. Para garantir que estes regulamentos são cumpridos é imposto um limite de consumo de energia anual.

Neste contexto surge o presente trabalho sendo neste capítulo descritos: a motivação para a sua realização, os principais objetivos, o cronograma inicial estabelecido, a descrição detalhada de todas as tarefas e por fim a organização dos capítulos do documento.

1.1. Objetivos

A elaboração do seguinte trabalho tem como objetivo a análise energética de um hotel de modo a consentir o aumento da eficiência energética em edifícios com a mesma tipologia. Esta análise é incidente nos setores do hotel com maiores consumos energéticos, sendo estes identificados pela iluminação, produção de AQS e climatização. Após toda a análise e avaliação dos dados de consumos fornecidos foi pretendida a conceção de um SGT genérico, utilizando a tecnologia *Distech Controls*, com aplicação particular aos edifícios de serviços na área da hotelaria. O SGT deverá monitorizar os consumos energéticos do edifício, e perante análise dos mesmos, ter capacidade para otimizar energeticamente o funcionamento do edifício.

1.2. A evolução tecnológica

Com a evolução da tecnologia os edifícios foram sendo remodelados com equipamentos cada vez mais complexos que necessitavam de algum grau de automatização. Para tornar possível o seu controlo foram usados dois elementos: os termóstatos e os relés.

Na década de 60 era comum a existência de equipamentos situados em diferentes pontos do edifício, cada um com os seus sistemas de proteção e diferentes automatismos. A manutenção e supervisão do sistema eram executadas por pessoas que tinham a necessidade de se deslocar ao local para a verificação dos diversos equipamentos e identificar possíveis problemas ou anomalias.

Com a crescente divulgação dos sistemas eletrónicos e dos sistemas baseados em microprocessadores, nos anos 70, a automação dos edifícios avança para um novo patamar. Assim surgiram os sistemas centralizados em que, num único ponto, era possível saber o estado dos equipamentos do edifício e exercer o controlo sobre eles.

Na década de 80 observou-se uma evolução significativa a nível de cada sistema, destacando-se os seguintes aspetos: maior capacidade de controlo (quer a nível do número de pontos controlados, quer a nível das funções desempenhadas, quer a nível da rapidez e execução), maior flexibilidade, novas soluções mais simples e poderosas de programação, melhores capacidades de interação com o utilizador (a generalização das interfaces gráficas) e melhor relação funcionalidade/custo.

O conceito de Sistemas de Gestão Técnica é introduzido nesta década. Este é associado à automação das instalações técnicas dos edifícios, sendo as principais áreas de

intervenção as seguintes: conforto (climatização e iluminação), gestão energética, sistemas de proteção, segurança e manutenção. Esta evolução histórica descrita anteriormente pode ser analisada na Figura 1.

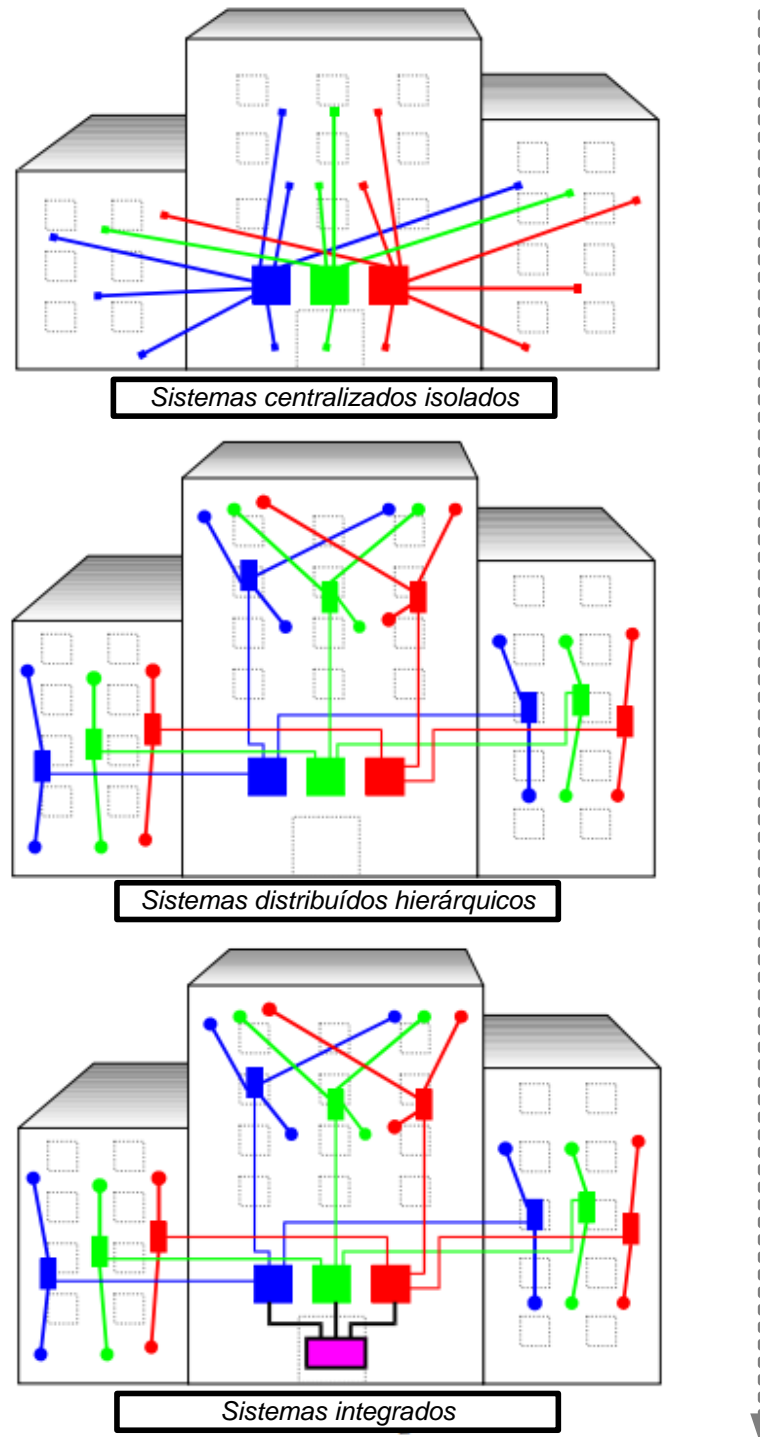


Figura 1: Evolução dos sistemas de automação de edifícios. [6]

1.3. Cronograma inicial

O cronograma inicial para este projeto estabelece os seguintes objetivos Tabela 1:

Tarefas	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Avaliação Final
Conhecimento da tecnologia Distech Controls.	X	X									
Identificação dos perfis de consumo dos Hotéis (O projeto CHOSE).		X	X	X							
Caracterização das potenciais medidas de utilização racional de energia.				X	X	X					
Conceção otimizada do SGT ao nível da estrutura física.						X	X	X			
Elaboração das ferramentas de decisão a serem implantadas no SGT que otimizem energeticamente o edifício.								X	X	X	

Tabela 1: Cronograma inicial para o projeto

1.3.1. Descrição detalhada das tarefas

Tarefa nº1: Conhecimento da tecnologia *Distech Controls*

Estudo que define um sistema *Distech Controls*, quais os seus principais elementos, funcionalidades e objetivos. Estudo das possíveis aplicações deste sistema ao projeto proposto.

Tarefa nº2: Identificação dos perfis de consumo dos Hotéis [7].

O estudo do projeto *Chose* tinha como objetivo principal a perceção de todos os perfis de consumos energéticos associados ao setor hoteleiro e entender a distribuição de energia por cada divisão de um edifício. Estudo dos principais fatores de consumo de energia num edifício. Análise das auditorias energéticas elaboradas, os seus respetivos resultados e correções.

Tarefa nº3: Caraterização das potenciais medidas de utilização racional de energia

Análise de todas as temáticas envolventes na utilização racional de energia. Estudo da situação energética atual, dependências energéticas e consumos. Estudo das potenciais

medidas de economia de energia. Análise dos sistemas associados ao edifício, respetivos consumos e possível poupança. Estudo dos métodos de Gestão de Energia bem como o papel de todos os fatores agregados a estes.

Tarefa nº4: Conceção otimizada do SGT ao nível da estrutura física.

Tarefa nº5: Elaboração das ferramentas de decisão a serem implantadas no SGT que otimizem energeticamente o edifício.

1.4. Organização do documento

No capítulo 1 é feita uma breve análise introdutória, onde se expõem a motivação, tarefas a realizar e os respetivos objetivos.

No capítulo 2 é apresentada uma caracterização do consumo de energia em Portugal, realçando as principais fontes consumidoras de energia no hotel. É também feita uma breve análise da legislação no setor hoteleiro.

No capítulo 3 é feito um levantamento das tecnologias utilizadas para a redução de custos energéticos no setor hoteleiro, identificando-se o enquadramento das mesmas nas unidades hoteleiras e respetivamente os equipamentos que são instalados.

No capítulo 4 é feita uma caracterização mais profunda do hotel em estudo. São descritos todos os aspetos relevantes do hotel desde a sua localização, composição, os equipamentos instalados pela empresa, todos os consumos energéticos, taxas de ocupação ao longo do ano de 2013, cenários realizados e por fim uma análise crítica de todos os resultados obtidos.

No capítulo 5 apresenta-se a aplicação *SGT_CHECK_DISTECH* desenvolvida em *Microsoft Visual Basic* para a empresa. Neste capítulo é também descrito o seu princípio de funcionamento, onde foi desenvolvida, o seu algoritmo de operação, as diferentes áreas de manipulação e a análise dos seus dados gerados.

No capítulo 6 são tiradas as conclusões deste trabalho e possíveis melhorias futuras. Por fim são apresentadas as referências bibliográficas e anexos.

2. Análise energética

Em análise às crises de energia que atravessamos verificamos que a economia europeia tem vindo a enfraquecer devido a interrupções de fornecimento de energia, subidas exageradas dos preços de energia e a falta de reações a nível nacional. Assim foi necessária a criação de uma política energética para a União Europeia com o objetivo de diminuir a dependência energética [8]. Estas crises devem-se ao facto da energia ter preços muito instáveis e ser um bem escasso. O primeiro impacto foi o petrolífero, o qual gerou um novo desafio às empresas de todos os setores, sendo pretendida a adoção das novas exigências em termos de gestão de recursos. Desde então a energia passa a ser vista como um fator produtivo sendo gerida com bastante rigor. Como sabemos o aumento da qualidade de vida irá resultar num aumento proporcional do consumo de energia. Este facto influencia diretamente o sistema económico, ou seja, o aumento do consumo de um bem limitado poderá conduzir a uma procura energética onde os preços poderão ser exageradamente altos, tal como acontece na economia Portuguesa. Em análise aos problemas descritos o uso de energia em Portugal foi questionado segundo os seus gastos excessivos, necessidades económicas sociais e ambientais. No ano de 2000 presenciamos uma subida considerável do preço das energias primárias que se mantiveram até à atualidade e este facto prejudica bastante a economia e a qualidade de vida dos Portugueses. Estudos revelam que o setor hoteleiro responsabiliza-se por 40% de energia final na Europa [8].

No presente capítulo irá ser elaborada uma caracterização do setor hoteleiro português, as suas principais fontes de consumo e respetiva legislação aplicada.

2.1. Estruturação do sistema Hoteleiro Português

Em Portugal Continental e ilhas dispõe-se num total de 1039 unidades hoteleiras segundo o Instituto Nacional de Estatística (INE) [10]. Estas unidades podem ser divididas em 4 grupos distintos sendo elas: unidades hoteleiras de 5 estrelas, 4 estrelas, 3 estrelas e também unidades hoteleiras de 1 e 2 estrelas. Na Figura 2 podemos observar a divisão destas unidades segundo a sua categoria.

Unidades Hoteleiras Portuguesas

■ 1 e 2 Estrelas ■ 3 Estrelas ■ 4 Estrelas ■ 5 Estrelas

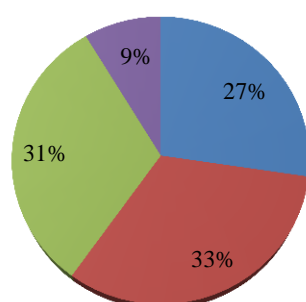


Figura 2: Organização do sistema hoteleiro Português.

Em forma de desagregação das diferentes localizações das unidades hoteleiras portuguesas pode-se analisar a Tabela 2, a qual pretende fracionar as diferentes unidades hoteleiras em relação á sua localização geográfica.

Grupo Hoteleiro	Localização geográfica das diferentes unidades hoteleiras						
	Norte	Centro	Lisboa	Alentejo	Sul	Açores	Ilhas
5 estrelas	14	5	33	4	19	1	15
4 estrelas	71	52	80	18	47	23	59
3 estrelas	78	112	52	34	34	14	28
1 e 2 estrelas	93	91	42	25	20	9	13

Tabela 2: Diferentes unidades hoteleiras e respetiva localização geográfica [11].

2.2. Taxas de ocupação do sistema Hoteleiro Português

Em relação a ocupações e segundo os dados do Turismo de Portugal [11] no ano de 2013 a taxa de ocupação foi dividida da seguinte forma: 55.8% no caso das unidades hoteleiras de 5 estrelas, 55.6% para unidades hoteleiras de 4 estrelas, 46.6% para unidades hoteleiras de 3 estrelas e por fim 45.2% para unidades hoteleiras de 2 estrelas. Em relação aos hotéis/apartamentos podemos verificar que estes apresentam uma taxa de ocupação que ronda os 64%. Por sua vez as pousadas assumem uma taxa de 44.1%, Figura 3.

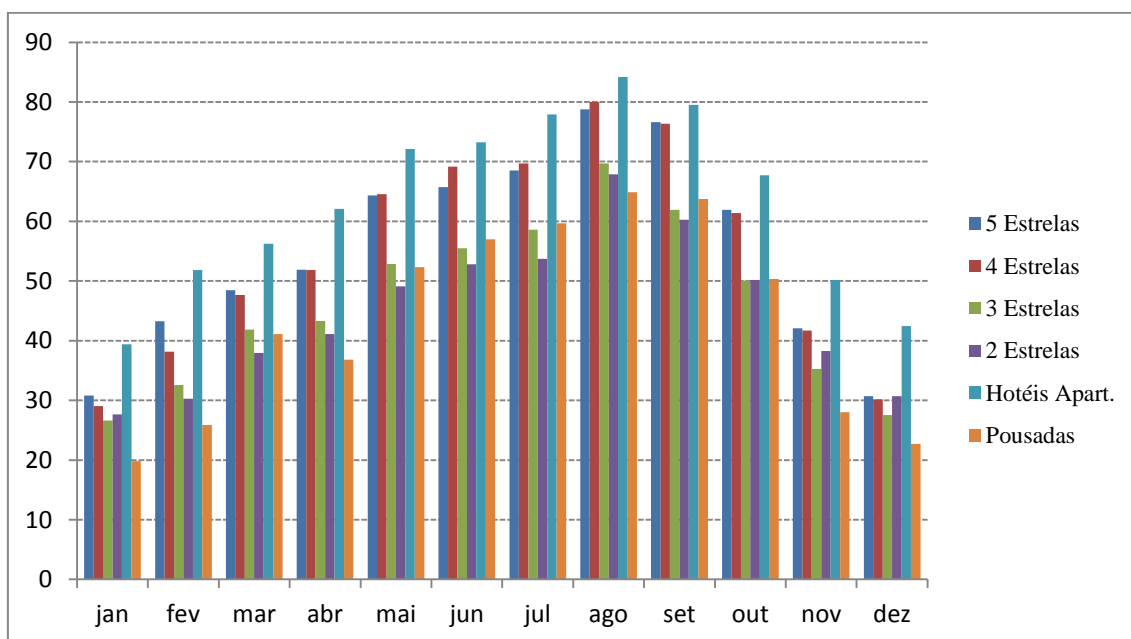


Figura 3: Taxa de ocupação por tipologia e meses, em 2013 (Turismo de Portugal).

Analisando o gráfico da Figura 3 verifica-se que a ocupação apresenta valores mais significativos nos meses de junho, julho, agosto e setembro, ou seja, os meses correspondentes a épocas quentes propícias ao turismo. Por outro lado as épocas turísticas de baixas taxas de ocupação são representadas pelos meses de janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro. Estes meses referidos anteriormente apresentam temperaturas mais baixas e por isso um clima menos propício para o turismo.

2.3. Consumo de Energia em Portugal

É sabido que a energia é essencial em todas as economias e todos os processos produtivos estão dependentes do setor energético, uma vez que nos tempos que se apresentam é essencial em quase tudo o que fazemos. O nosso país embora apresente uma grande disponibilidade para recursos renováveis, nomeadamente solar, hídrico, eólico e biomassa, não deixa de ser um grande consumidor de energia não renovável. Na atualidade esta temática torna-se muito preocupante uma vez que o ser humano está dependente da energia fóssil para assegurar a sua sustentabilidade energética. É previsível que um dos recursos fósseis mais explorados, o petróleo, possa entrar em extinção em 2050 devendo-se esse facto ao ritmo elevado de exploração que se tem vindo a verificar nos últimos anos esgotando assim as reservas mais conhecidas. Portugal é um país carenciado de recursos energéticos próprios, sobretudo, aqueles que asseguram a maioria das necessidades energéticas dos países desenvolvidos – como o petróleo, o carvão e o gás. Tal situação de escassez conduz a uma elevada dependência energética do exterior, tornando-se bastante desprotegido perante eventuais crises no mercado petrolífero. Analisando estas fraquezas e sabendo que os edifícios de grandes dimensões são responsáveis por aproximadamente 40% da energia global de consumo [9], somos “obrigados” a intervir de modo a racionalizar e balancear estes consumos. A Figura 4 mostra de forma clara a divisão dos consumos de energia elétrica em Portugal. Em analogia a esta divisão pode-se verificar que o consumo de energia no setor doméstico tem vindo a aumentar gradualmente desde os anos 90 até ao período de 2010 e desde então verificou-se uma pequena descida até 2013 [12].

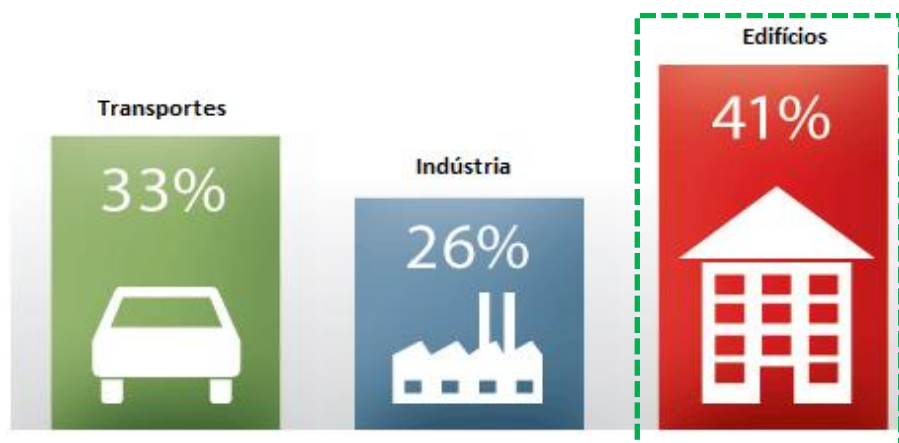


Figura 4: Divisão dos consumos de energia em Portugal.

2.4. Fontes de consumo de energia nos edifícios

Num hotel tendo um funcionamento em contínuo, não é de surpreender que os custos relacionados com o consumo de eletricidade sejam tão elevados e devido a esse fato é justamente esta área que oferece mais oportunidades de mudança para soluções sustentáveis.

A energia nos hotéis é utilizada de diversas formas, no entanto, não é correto dizer que quanto maior for a taxa de energia utilizada, mais confortável será o hotel. A eficiência energética é ótima quando existe uma relação adequada entre o conforto dos diferentes espaços e o consumo de energia.

A necessidade de energia é dependente de um grande número de fatores, ou seja, o tipo de hotel a sua localização geográfica, condições climáticas, idade e condição dos sistemas que usam energia. Como grande influência temos as práticas de gestão de energia, tais como: o programa de manutenção do hotel e a gestão do funcionamento dia-a-dia. As principais fontes consumidoras de energia nos edifícios enumeram-se da seguinte forma: aquecimento, ar condicionado, ventilação, produção de águas quentes sanitárias, restauração, iluminação e outras fontes de consumo de energia (bombas, elevadores, eletrodomésticos, etc).

Existem grandes variações de energia entre os diferentes hotéis, o que torna difícil chegar a uma generalização do consumo. No entanto, a Figura 5 descreve uma distribuição generalizada do consumo global de energia de um hotel.

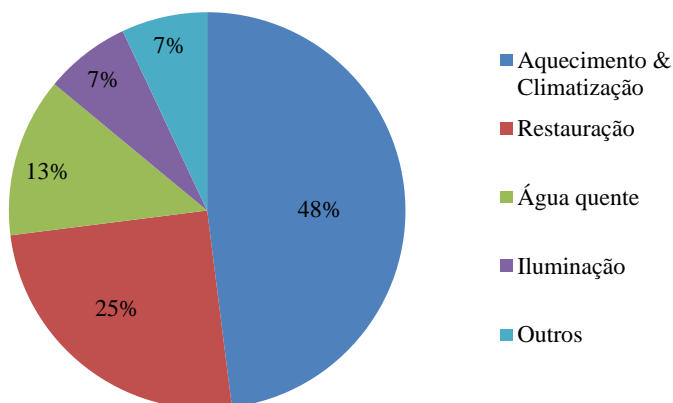
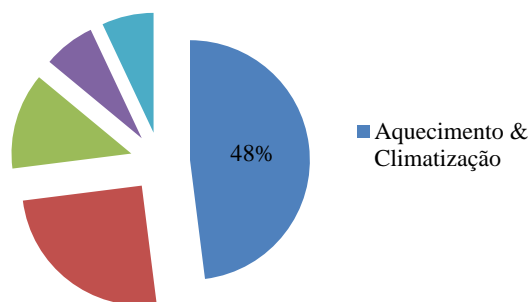


Figura 5: Distribuição do consumo de energia em hotéis [7].

2.4.1. Aquecimento e Climatização



O aquecimento e climatização são responsáveis por quase metade do consumo de energia em muitos hotéis (48%). Em hotéis de média/grande área de ocupação os sistemas de climatização deverão ser dimensionados e concebidos para operarem de modo eficiente.

Como as diferentes áreas num hotel, nomeadamente a área dos quartos, salas de reuniões, etc., têm períodos de ocupação variável e não simultâneos, o tempo durante o qual eles estão em utilização é o fator mais importante relativamente ao consumo de energia. Os sistemas de controlo de temperatura deverão ser usados para permitir que o aquecimento seja minimizado quando os espaços não estão ocupados, mantendo-o num nível de *standby* e restabelecendo-o rapidamente quando necessário. Na Tabela 3 podem ser visualizadas as temperaturas recomendadas numa unidade hoteleira.

	Tipo de climatização	Ocupação por espaço	Temperatura
Aquecimento	Aquecimento normal	Ocupação permanente	20 a 22 °C
	Aquecimento reduzido	Ocupado por curtos períodos	16 a 18 °C
	Aquecimento de espera	Ocupado por longos períodos	12 a 14 °C
Arrefecimento	Arrefecimento normal	Espaços ocupados	25 a 26 °C
	Arrefecimento reduzido	Desocupado por pequeno período de tempo	27 a 29 °C
	Arrefecimento de espera	Desocupado por um longo período de tempo	30 a 32 °C

Tabela 3: Temperaturas recomendadas de acordo com a ocupação [7].

Os custos do aquecimento num hotel dependem do preço do combustível utilizado, da eficiência energética da conversão do combustível em calor e da minimização das perdas de calor na rede de distribuição. A eficiência global do sistema depende da correta manutenção do edifício e do seu equipamento. Em relação ao ar condicionado e a ventilação pode-se afirmar que estes variam conforme a ocupação das diferentes áreas do hotel, como também o nível de conforto exigido Tabela 4. O aquecimento, ventilação e ar condicionado são instalações que têm de ser projetadas para responder às diferentes necessidades de cada edifício. Os sistemas de ventilação são usados para manter a qualidade do ar em diferentes áreas. Uma ventilação inadequada pode reduzir significativamente os níveis de conforto dos ocupantes, provocando um consumo excessivo de energia. Uma melhoria na gestão da ventilação pode, aumentar a eficiência energética de forma significativa. O controlo do ar condicionado quando os espaços estão desocupados, permite poupanças energéticas bastante significativas.

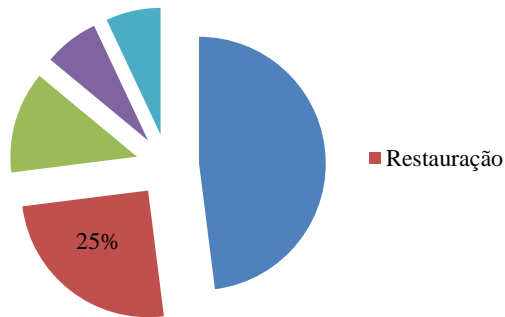
Espaço	Ocupação prevista [ocupantes/100 m ²]	Renovação de ar [m ³ /hora por pessoa]	
		Mínimo	Recomendado
Quartos (individual/duplo)	5	12	17 - 26
Casas de banho	-	34	51 - 85
Corredores	5	9	12 - 17
Zonas públicas	32	12	17 - 26
Salas de reunião	75	34	43 - 51
Casas de banho públicas	107	26	34 - 43
Restaurantes	75	17	26 - 34
Cozinhas	21	51	60
Snack - Bar	107	51	60
Bar	160	51	68 - 85

Tabela 4: Recomendação de renovação de ar numa unidade hoteleira [7].

Para que todo este processo seja bem-sucedido e garantindo que estes valores se encontrem dentro da gama que se recomenda existe a necessidade de manutenção dos sistemas de ar condicionado com regularidade assegurando a sua eficiência e aumentando o tempo de vida dos equipamentos.

2.4.2. Restauração

A restauração é também identificada como uma grande fonte consumidora de energia numa unidade hoteleira, sendo assim é oportuno explorar esta área mais detalhadamente.



A cozinha numa unidade hoteleira constitui um grande número de atividades de utilização de energia. Dependendo do tipo de hotel a cozinha pode ser equipada para servir apenas um pequeno-almoço ou um grande número de refeições durante o dia. O consumo de energia está diretamente ligado ao número de refeições servidas em cada dia, bem como o tipo de alimentos preparados. As cozinhas podem representar 25 % do total de utilização de energia do hotel [7]. A maior parte do uso de energia na cozinha (60-70%) é usada para aparelhos e cozinhados. A refrigeração de alimentos é uma parte permanente, ou seja, uma carga base. Tipicamente o gás é usado como a fonte mais comum de energia para cozinhar. O consumo médio de energia em cozinhas pode representar entre 1 a 2 kwh por refeição. Em média para a cozedura de cada refeição são necessários cerca de 4.5 litros de água quente a 60 °C. Será também necessária água quente para posteriormente lavar os pratos. Assim verifica-se que por cada refeição servida será necessário entre 0.2 a 0.3 kwh. A energia elétrica requerida pelo equipamento auxiliar utilizado na cozinha é muito menor do que o uso de água quente e refrigeração. A ventilação nas cozinhas é muito importante para a extração do fumo que é produzido durante a cozedura, que deve ser expelido rapidamente. Os ventiladores e exaustores consomem uma grande percentagem de energia na cozinha.

2.4.3. Água quente

Representada por uma parcela menor comparativamente com as fontes consumidoras de energia anteriormente descritas apresenta-se com cerca de 13% a energia despendida para o aquecimento de águas.



As necessidades de aquecimento de água em hotéis variam muito dependendo da categoria do hotel. No caso de um hotel de cinco estrelas exige-se cerca de 150 litros por hóspede durante um dia, por sua vez para um hotel de três estrelas exige-se 90 litros diários por hóspede. Os hóspedes utilizam a água quente para o chuveiro / banheira e lavatórios.

A energia necessária para produzir água quente constitui uma parcela importante do consumo de energia, o que representa 15% do total de energia gasta. No entanto, em hotéis que incluem restaurantes, cozinhas e lavandarias, a percentagem de energia para água quente pode ser maior.

Por exemplo um hotel de categoria mediana, com uma ocupação média anual de 70%, a energia consumida para a produção de água quente doméstica varia de 1,500 a 2,300 kWh /quarto por ano [7].

Os principais sistemas de aquecimento de água enumeram-se da seguinte forma:

Sistema de Acumulação - a água quente é armazenada em tanques isolados e estará pronta para uso quando necessário;

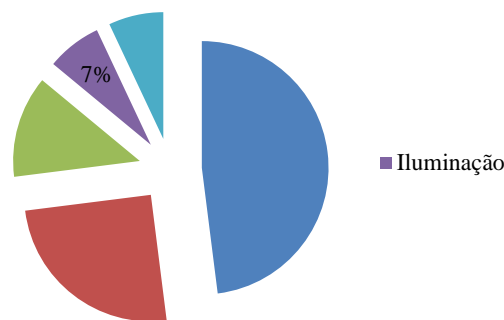
Sistema de aquecimento instantâneo - Neste sistema a água quente não é armazenada, sendo aquecida quando necessário. Tais sistemas envolvem grande potência instantânea para lidar com períodos de pico;

Os sistemas mistos – existência de um limite de armazenamento de água quente para reduzir o consumo de energia durante longos períodos.

A água quente é normalmente armazenada a uma temperatura de 60 ° C e é entregue aos quartos a 45 ° C, o que é satisfatório para o conforto dos hóspedes. Esta água é aquecida através do uso de eletricidade, gás natural, combustível, solar ou dispositivos de recuperação de calor.

2.4.4. Iluminação

Representada por uma percentagem mais baixa a iluminação identifica-se com 7% do consumo de energia total no edifício.



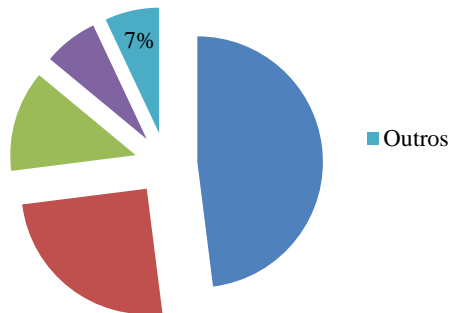
A iluminação dos hotéis deve representar níveis adequados para cada atividade, bem como criar um ambiente agradável e uma sensação de conforto em cada uma das diferentes zonas.

A energia elétrica consumida na iluminação torna-se uma parte importante do consumo total de energia de um hotel.

Os níveis necessários para cada zona de iluminação são entre outras coisas, estabelecidos nos regulamentos de iluminação de cada país em particular. Estes níveis deverão ser alcançados através do uso de lâmpadas adequadas para cada caso. Para fins de referência, a potência instalada é de 10-20 W/m² para salas e 15-30 W/m² para as áreas de serviços gerais, dando um consumo de energia de 25-55 kwh/m² por ano.

2.4.5. Outros consumos

Com uma percentagem de 7% inserem-se outros setores de consumo no setor hoteleiro. Entre estes consumos encontram-se: a lavandaria, as piscinas, equipamentos elétricos, sistemas de energia térmica e outros equipamentos.



(A) Lavandaria

Para os hotéis que oferecem estes serviços, a energia utilizada para a lavandaria constitui uma parte significativa do consumo de energia. Estes processos são possíveis através da produção de água quente que advêm da produção de energia calorífica. O vapor produzido poderá ser utilizado para fins de esterilização.

O consumo médio é de 2-3 kwh por cada kg de roupas, divididas entre lavar roupa (a temperaturas de 60-80 °C), secar, passar e o consumo geral de energia elétrica. Geralmente a lavagem de roupa opera em vapor a uma temperatura de 110 ° a 120 ° C.

(B) Piscinas

As piscinas usam uma grande quantidade de energia cerca de 45.000 a 75.000 Kwh por temporada.

(C) Sistemas e equipamentos elétricos

Dentro dos consumos denominados por sistemas e equipamentos elétricos encontram-se atividades como:

Iluminação de corredores, hall de entrada e outras áreas públicas, incluindo a iluminação exterior, motores elétricos de condução, bombas para circulação de água, equipamentos de ventilação e / ou aquecimento e arrefecimento de certas áreas, operação de compressores de refrigeração de alimentos na cozinha, operação de máquinas de gelo e de venda automática.

(D) Sistemas de energia térmica e equipamentos

A energia térmica de sistemas de servir como fonte de conforto condicionado - tanto de aquecimento do espaço como arrefecimento. É também a fonte de água quente importante para a higiene pessoal, lavandaria e cozinha.

As caldeiras de vapor e/ou caldeiras de água quente são geralmente utilizadas para a produção de água para aquecimento e geração de água quente sanitária. Se forem utilizadas caldeiras a vapor, este vapor poderá ser alimentado através de permutadores de calor.

O aquecimento do espaço dos hóspedes e salas pode ser produzido por aquecimento de resistência elétrica local, através de bombas de calor elétrico centralizado ou mesmo através de sistemas hidráulicos centrais. As unidades de ar condicionado são usadas em quartos, corredores e salas de reuniões. Existem diferentes tipos de unidades de entre as quais se destacam as seguintes:

- Unidades que contêm uma bobina de aquecimento, bobina de refrigeração, ventilador e filtros. Estes sistemas usam sistemas de refrigeração e / ou a água quente proveniente de um sistema central;
- Unidades autossuficientes, que são as unidades usadas através da parede ou através da janela;
- Unidades incrementais são unidades autossuficientes, onde o sistema de refrigeração está incluído no invólucro. A unidade tipo janela é controlada pelos convidados, são o principal exemplo de tais unidades. O Coeficiente de Performance, COP, de unidades mais antigas é cerca de 1,75 kw de capacidade por kw de energia elétrica de refrigeração, por sua vez os novos sistemas apresentam um COP de 2,5 ou superior;

2.5. Legislação sobre os consumos energéticos

O Parlamento Europeu e o Conselho publicaram a Diretiva n.º 2010/31/EU em 19 de maio de 2010. Esta foi ultrapassada pela ordem jurídica nacional, tendo como base o Decreto-Lei n.º118/2013 com o principal objetivo de garantir a melhoria do desempenho energético dos edifícios através do Sistema de Certificação de Edifícios (SCE) [3]. Este é constituído por: Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) [13], e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS) [13]. Assim o (REH) incide nos edifícios de habitação e o RECS nos edifícios de comércio e serviços, tornando-se individuais os tratamentos nos diferentes edifícios.

A legislação sobre o consumo energético de edifícios tornou-se realidade numa época em que havia já, na sociedade nacional e internacional, uma consciência profunda do impacto energético dos mesmos, isto associado à crescente instabilidade de preços dos combustíveis fósseis e a necessidade de reduzir os poluentes com efeito de estufa. Neste sentido tornou-se fundamental renovar uma base legislativa que obrigasse a cumprir certos critérios, de modo a implementar nos edifícios medidas de racionalização de energia, incentivando a poupança dos proprietários e ocupantes do edifício, sempre que possível, de métodos de produção descentralizada da sua própria energia. Surge assim o processo de certificação energética para grandes edifícios de serviços (RSECE) [4], no qual se insere o edifício alvo deste estudo. Segundo este regulamento a instalação de sistemas de regulação e controlo (SGT) é obrigatória em edifícios novos. Em qualquer sistema de climatização ou sistema de monitorização e de gestão de energia a partir de um limiar de potência térmica de 100 kW deve garantir, pelo menos, as seguintes funções:

- Limitação da temperatura de conforto máxima e mínima, conforme o que for aplicável, em qualquer dos espaços ou grupos de espaços climatizados pelo sistema em causa;
- Regulação da potência de aquecimento e de arrefecimento das instalações às necessidades térmicas dos edifícios;
- Possibilidade de fecho ou redução automática da climatização, por espaço ou grupo de espaços, em período de não ocupação.

A certificação energética tem portanto como principais objetivos melhorar a eficiência energética dos edifícios, definir requisitos de conforto térmico e de higiene dos espaços interiores de acordo com a sua utilização e garantir uma boa qualidade do ar interior, salvaguardando os ocupantes.

De acordo com o nº 1 do Artigo 2º do RSECE, este regulamento aplica-se a:

- a) Grandes edifícios ou frações autónomas de serviços, existentes e novos com área útil superior a 1.000 m², ou no caso de edifícios do tipo centros comerciais, supermercados, hipermercados e piscinas aquecidas cobertas, com área superior a 500 m² (GES);
- b) Novos e existentes pequenos edifícios ou frações autónomas de serviços com sistemas de climatização com potência instalada superior a 25 kw (PEScC);
- c) Novos edifícios de habitação ou cada uma das suas frações autónomas com sistemas de climatização com potência instalada superior a 25 kw (HcC);
- d) Novos sistemas de climatização a instalar em edifícios ou frações autónomas existentes, de serviços ou de habitação, com potência instalada igual ou superior a 25 kw em qualquer tipologia de edifícios;
- e) Grandes intervenções de reabilitações relacionadas com a envolvente, as instalações mecânicas de climatização ou os demais sistemas energéticos dos edifícios de serviços;
- f) Ampliação dos edifícios existentes em que a intervenção não atinja o limiar definido para ser considerada uma grande intervenção de reabilitação.

3. Tecnologia utilizada para a redução de custos

O conceito de habitação tem mudado ao longo dos tempos em função da mudança de estilo de vida da sociedade. A rápida evolução tecnológica das últimas décadas contribuiu para esta mudança de estilo de vida. Esta constante mudança e evolução da sociedade têm-se refletido na forma de utilização da habitação que se foi adaptando às exigências dos seus ocupantes. A evolução tecnológica nos últimos anos tem contribuído para o desenvolvimento constante dos sistemas de informação, dos sistemas eletrónicos e de comunicações. Esta evolução tem trazido para os mercados produtos que num passado recente eram meros objetos de ficção científica e que hoje são uma realidade. Os sistemas de gestão técnica têm como objetivo a automatização das habitações para satisfazer as necessidades dos seus ocupantes, tais como:

- Segurança: segurança contra intrusão, segurança técnica (sistemas de alarme contra incêndios, inundações, etc);
- Conforto: automação de funções de rotina, controlo de iluminação, controlo de ventilação e climatização, distribuição de áudio e vídeo;
- Gestão Energética: controlo e racionalização energética, telemanutenção e telegestão;
- Comunicações: são consideradas as comunicações internas com o exterior, com o objetivo de integrá-las da forma mais eficiente e global.

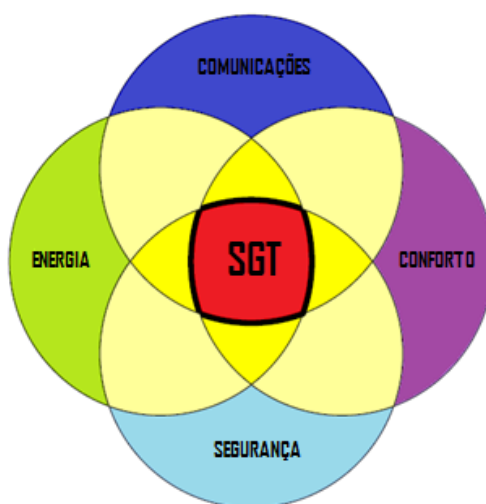


Figura 6: Principais objetivos de um SGT [14].

3.1. Enquadramento da tecnologia

O desenvolvimento de novas soluções passa sempre por um estudo inicial das soluções existentes no mercado. Na presente secção pretende-se descrever as funcionalidades intrínsecas que um SGT poderá ter. De uma forma mais simplificada poderá dizer-se que um SGT não é mais que um conjunto de sensores e atuadores ligados em rede. Este tipo de instalações estão geralmente associadas a um elevado custo de exploração e manutenção, devido, em grande parte, aos consideráveis consumos energéticos. São de destacar alguns fatores decisivos que estão na origem deste problema:

- Falta de preocupações de eficiência e de conservação de energia na conceção dos edifícios e dos sistemas de apoio energéticos;
- Elevadas necessidades de calor para aquecer grandes volumes de ar e/ou água durante todo o ano;
- Elevada taxa de ocupação;
- Falta de preocupação, hábitos de poupança de energia e de água pelos utilizadores;
- A deteção de avarias de determinados constituintes do edifício ser mais complicada sem um SGT.

Com a instalação de um SGT a maioria destes problemas são postos de parte evitando-se assim grandes desperdícios de energia. No caso da existência de uma falha ou avaria do sistema o SGT permite uma maior rapidez e identificação da origem do problema.

3.2. Descrição da tecnologia

A tecnologia *Distech Controls* [15] é líder global em soluções de gestão de energia em edifícios. Esta oferece uma solução completa em sistemas de tratamento de ar, água, iluminação, climatização, controlo de acessos e outras soluções de gestão de energia. Desta forma, e utilizando este tipo de tecnologias consegue-se aumentar a eficiência energética dos diversos recintos bem como o conforto dos seus ocupantes. Com estas soluções inovadoras permite-se a redução dos custos de instalação e de manutenção dos vários sistemas.

A *Distech Controls* oferece uma extensa gama de controladores e sensores que operam fundamentalmente com dois tipos de comunicação, sendo eles controlados através de *BACnet* e *LONWORKS*.

De acordo com a complexidade do sistema a controlar assim se apresentam os diferentes tipos de controladores, Figura 7.

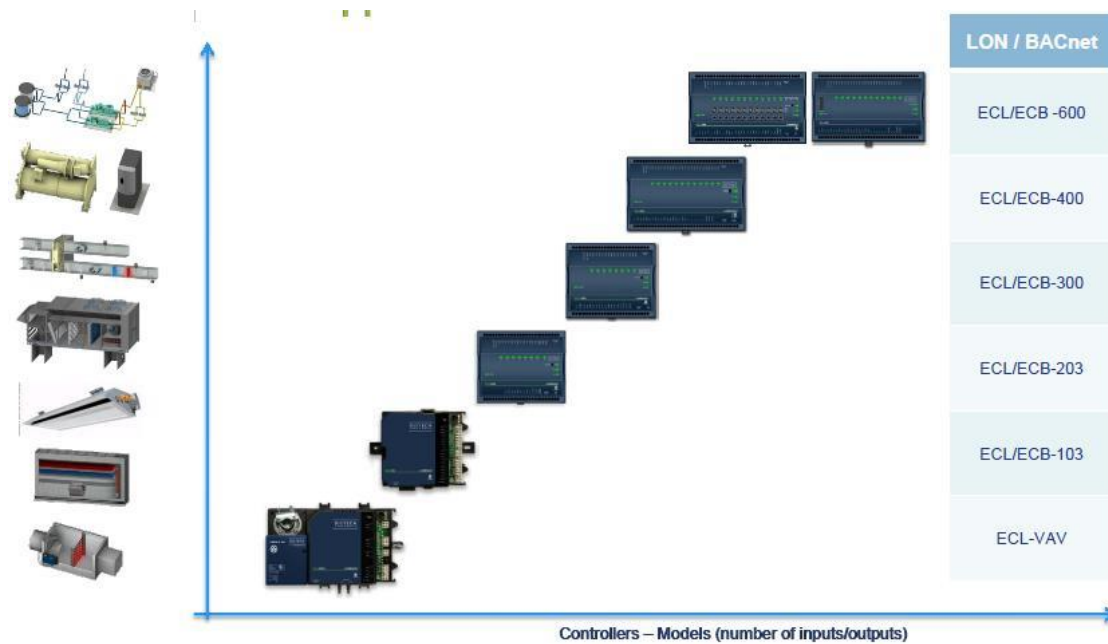


Figura 7: Diferentes tipos de controladores [14].

Por exemplo para o controlo do tratamento de ar e de água os controladores mais apropriados para este tipo de aplicações são o ECL/ECB 300 e o ECL/ECB 400 que têm um maior número de entradas e de saídas a controlar. Para sistemas mais simples como a iluminação e a ocupação o ECL/ECB 203 será suficiente.

Os custos de energia têm um peso cada vez maior no setor hoteleiro, tornando-se cada vez mais essencial a instalação destes sistemas que permitam uma utilização racional de energia. Assim podem-se estabelecer um conjunto de motivos que conduzem à instalação de SGT: 90% da vida da população é realizada no interior de edifícios; a poluição no interior dos edifícios é uma das principais causas de cancro por razões ambientais; diminuição dos custos de construção em edifícios novos; aumento das funcionalidades do Edifício; aumento da competitividade das organizações; redução da fatura energética; diminuição do preço final dos produtos ou serviços; conhecimento

com rigor da forma como a energia é consumida e otimização da rentabilidade energética.

3.3. Serviços oferecidos pelo Sistema de Gestão Técnica

O SGT completo poderá oferecer diferentes funcionalidades quer ao nível do cliente quer ao nível funcional do edifício. Na Figura 8 podemos observar algumas das funcionalidades/serviços oferecidas por um SGT.

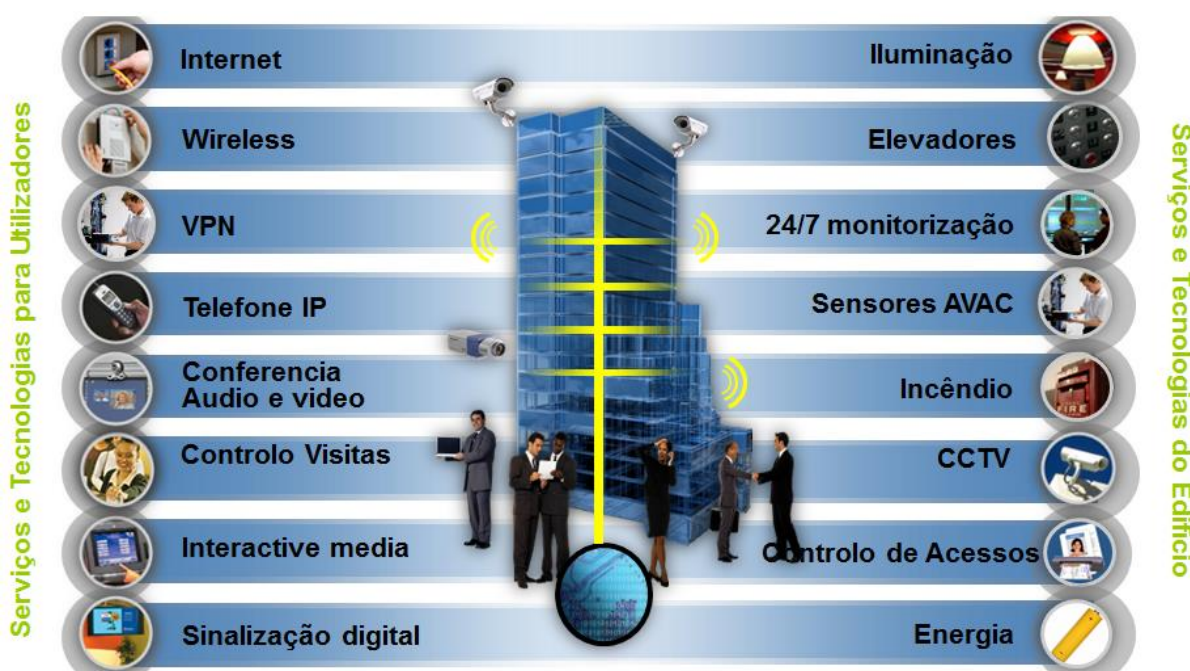


Figura 8: Serviços oferecidos pelo SGT [14].

Os serviços apresentados completam todas as necessidades exigidas pelos utilizadores. Estes sistemas têm como principal objetivo proporcionar as condições de conforto ideais com o objetivo de tornar a unidade hoteleira em causa o mais acolhedora possível. Estes serviços oferecidos pelo SGT são enumerados da seguinte forma: controlo AVAC; controlo Iluminação; monitorização e gestão de energia; controlo de acessos CCTV; deteção de Incêndio; serviço de diagnóstico e deteção de falhas e serviço de deteção de intrusão.

3.3.1. Serviços de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC)

Os sistemas AVAC englobam os sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado ou seja são sistemas que permitem controlar os valores máximos e

mínimos da temperatura da humidade relativa bem como a qualidade do ar interior no edifício. Os sistemas podem ser de diversos tipos, usar a água ou o ar como fluido secundário e usar diferentes fluidos térmicos ou refrigerantes primários. Podem servir uma área reduzida ou climatizar toda a zona ocupada de um edifício. As soluções para a produção primária de calor e de frio recorrem a diferentes equipamentos primários de produção de calor e de frio. Este serviço tem como principal objetivo assegurar o conforto dos ocupantes do edifício, usando de forma mais racional possível a energia despendida. É de salientar que o conforto dos utentes depende não só de uma temperatura e níveis de humidade adequados, mas também de fluxos de ventilação corretos. Estes sistemas podem representar cerca de 48% dos consumos no edifício [14]. O sistema global de AVAC poderá efetuar controlos ao nível da temperatura, humidade, qualidade do ar, gerar menores consumos de energia e monitorizar/ registar variáveis. Estes sistemas podem apresentar uma grande complexidade, sendo constituídos por diversos componentes. Os seus principais constituintes incluem caldeiras, chillers e unidades de tratamento de ar (UTAs). As caldeiras presentes neste sistema têm como principal funcionalidade o aquecimento do ar. Este é aquecido através do uso de um combustível (normalmente gás propano ou gás natural), sendo o calor resultante da combustão usado para o aquecimento de água. A água quente ou vapor é canalizada para o edifício através de condutas onde o ar é forçado a sair através do radiador; esta transferência de calor permite o aquecimento do edifício. Por sua vez os chillers em funcionamento utilizam trocas de calor e fazem circular um fluido ou gás para refrigerar o ar que passa através da unidade. Estes equipamentos refrescam o ar através da remoção do calor usando a refrigeração ou através do ciclo de compressão a vapor (ciclo de Rankine), que consiste na compressão, condensação, expansão e evaporação. Na terceira unidade referida acima encontram-se as unidades de tratamento de ar (UTAs), estas fornecem ar quente ou frio para as diferentes zonas do edifício, utilizando água fria para arrefecer ou água quente no caso do aquecimento do ar. O processo de transferência deste ar é feito através de uma caixa de metal que contém um ventilador, elementos de aquecimento/arrefecimento, câmaras, filtros, atenuadores de som e dampers (reguladores de fluxo de ar na conduta).

3.3.2. Serviço de Iluminação

A iluminação é um dos grandes consumidores de energia no edifício. O controlo do sistema de iluminação tem como objetivo controlar e gerir a iluminação do edifício. De entre as suas funções destacam-se o controlo de vários cenários de iluminação: leitura, reunião, trabalho com computador, etc. Durante certas alturas do dia alguns setores do edifício podem utilizar a iluminação natural para evitar desperdícios de energia. Sabendo que a iluminação contém uma parcela significativa no consumo de energia numa unidade hoteleira torna-se necessária a instalação de sistemas que controlem esta variável. Com isto contribui-se para: reduções nos consumos de energia para o mínimo necessário, aumento da vida útil das lâmpadas, redução do consumo de AVAC no verão e monitorização em tempo real de falhas no sistema.

3.3.3. Serviço de Controlo de Acessos

Este serviço tem como objetivo gerir e controlar o acesso dos hóspedes a determinadas zonas do hotel. O controlo de acessos pode ser feito através de meios mecânicos como fechaduras e chaves, ou através de meios mais avançados tais como controlo de sistemas eletrónicos. Os fechos eletrónicos são muito utilizados na atualidade pois fornecem um controlo de acesso mais eficaz e seguro. No hotel em estudo o controlo de acessos é feito através do uso de cartões magnéticos. Assim estes sistemas devem definir as zonas de acesso, o estabelecimento de níveis de acesso, a conceção e o cancelamento de autorizações, o registo de ocorrências, a localização de pessoas e o controlo de visitas.

3.3.4. Serviço de Detecção de situações de Emergência

Este serviço tem como objetivo a deteção e o combate de situações de emergência tais como incêndio, fugas de gases tóxicos e inundações. Este sistema tem um contributo muito importante numa unidade hoteleira porque proporciona ao edifício as seguintes funcionalidades: troca de informação entre sistemas em situações de emergência; corte de energia nas zonas afetadas; iluminação dos percursos de evacuação; desbloqueio de portas; posicionamento de Elevadores e o controlo do AVAC.

3.3.5. Serviço de diagnóstico de falhas e manutenção do sistema

Este serviço tem como objetivo principal concentrar toda a informação relevante sobre as falhas e os problemas existentes ao nível do sistema de automação e gestão do edifício, com vista a auxiliar a identificação de problemas e facilitar ações de prevenção e de correção. De entre todas as suas funções destacam-se a monitorização e teste do estado de funcionamento dos vários equipamentos de controlo e supervisão, o diagnóstico de falhas e a identificação da sua origem, o registo de ocorrências e o seu tratamento.

3.3.6. Serviço de Gestão de Energia

Este serviço tem como objetivo monitorizar e gerir, de forma mais eficaz o consumo de energia e de outros recursos. Este sistema engloba todos os aspetos relacionados com o fornecimento e o consumo de energia elétrica no edifício. De entre todas as suas funcionalidades destacam-se com maior relevância a programação de previsão de carga, supervisão de geradores de emergência, compensação dinâmica de fatores de potência e uma otimização geral do consumo de energia.

3.3.7. Serviço de Vigilância e deteção de intrusão CCTV

Este sistema CCTV tem como objetivo proporcionar uma visão remota para os operadores de segurança, fornecendo a imagem em direto e registo dos vídeos dos espaços sob vigilância. Assim garantimos de uma forma segura a vigilância adequada do edifício evitando intrusos em diversas áreas. Através do uso destes sistemas a unidade hoteleira poderá dispor dos seguintes utilitários: deteção de movimento e contagem de pessoas por imagem, troca de informação entre sistemas e histórico de presenças por diferentes períodos de ocupação.

3.4. A empresa (*Domebus*)

A instalação do SGT no caso de estudo foi concebido pela empresa com a qual este projeto foi desenvolvido, esta empresa é conhecida como Domebus [16] tendo as suas instalações localizadas em Leiria.

Esta empresa é líder de inovação em sistemas de gestão de energia utilizando controladores e todos os auxiliares para o controlo da marca *Distech*. Fornece

tecnologias e formas de gestão de energia no edifício de forma a otimizarem a eficiência energética, o conforto dos ocupantes, reduzindo assim todos os custos de operação. A automatização e conceção destes sistemas envolvem questões técnicas e funcionais. Sob um ponto de vista funcional devem-se analisar questões como “*que funções realizar*”, “*quando realizá-las*” (em tempo) e “*como se realizam*” fisicamente. Sob o ponto de vista técnico é necessário planear questões como a padronização do sistema, periféricos e a compatibilidade entre os diversos elementos. Os sistemas de gestão técnica deverão ter uma capacidade de inteligência distribuída e de interação com os diversos subsistemas de uma habitação/edifício (climatização, iluminação, segurança, eletrodomésticos, aparelhos de multimédia, comunicações, entre outros) de uma forma integrada numa única central que gere todos os espaços autónomos e todos os sistemas. Na Figura 9 pode-se observar a empresa responsável por toda esta implementação.



Figura 9: Empresa Domebus – Leiria [16].

4. Caso de estudo – Casa São Nuno

Os conhecimentos teóricos adquiridos na realização deste trabalho foram por último aplicados aos cálculos e análises efetuadas no caso de estudo, caso este em que a empresa fez a instalação de um SGT. Nesta secção será apresentado o edifício em estudo, os equipamentos instalados pela Domebus, os cálculos energéticos efetuados, as taxas de ocupação ao longo do ano de 2013, a descrição dos equipamentos instalados no sistema e por fim a observação/análise de todas as variáveis associadas.

4.1. Cálculos associados ao Caso de Estudo

De forma geral, a metodologia sobre o caso em estudo, pode ser apresentada com base no presente capítulo. Toda a análise foi executada da seguinte forma:

- (1) Estudo com base no decreto-lei para análises de consumos energéticos e ocupações do hotel;
- (2) Levantamento das infraestruturas do edifício de modo a interpretar as dimensões de todas as zonas interiores bem como a área de maior ocupação por parte dos hóspedes;
- (3) Análise das taxas de ocupação anuais do edifício para uma melhor perceção das estações do ano com maior ocupação e como consequência o consumo energético nos diferentes períodos;
- (4) Extração dos consumos energéticos anuais do edifício para verificar a relação com o consumo teórico em edifícios deste género, permitindo uma comparação real/teórico e em seguida verificar as respetivas poupanças;
- (5) Realização da análise crítica aos cálculos efetuados no edifício em estudo.

Todo este estudo e metodologia foram concebidos para ser aplicado em hotéis ou em outros edifícios semelhantes. Para a realização deste estudo recorreu-se a alguns softwares, nomeadamente o Autocad 2010, a página web [17] desenvolvida pela empresa que permitiu a extração de todos os valores energéticos do edifício e o Excel que facilitou a realização de todos os cálculos associados a este caso de estudo.

4.2. Descrição e localização do edifício em estudo

A Casa São Nuno [18] foi inaugurada a 14 de Agosto de 1957, entre Novembro de 2008 e Março de 2010, as suas instalações foram totalmente remodeladas e adaptadas às novas exigências legais. O edifício considerado no presente trabalho é classificado com 3 estrelas e localiza-se junto ao Santuário da cidade de Fátima, tendo com o objetivo a receção de turistas em todas as alturas do ano, mas especialmente em épocas de carácter religioso. Esta unidade hoteleira dispõe de 135 quartos permitindo alojar até 250 pessoas. Existem diferentes tipos de quartos dependendo das necessidades de cada hóspede. Estes dividem-se da seguinte forma:

- Quarto Twin: 1 Quarto de 2 camas;
- Quarto Duplo: 1 Quarto de 1 cama de casal;
- Quarto Individual: 1 Quarto de 1 cama individual;
- Quarto Familiar: Este quarto consiste em 2 quartos duplos com 4 camas individuais;

Cada um dos quartos é composto por um sistema de Ar Condicionado, Secretária, Casa de Banho, Televisão e Telefone. O hotel também dispõe de diversos serviços para além da estadia dos quais se podem destacar: Restaurante, Bar, Salões de Reuniões, Lojas, Lavandaria e Capela. No exterior do hotel encontram-se diversas zonas relvadas. O hotel é identificado com logótipos no topo e na entrada principal onde se pode encontrar a receção. O edifício é constituído por um total de 8 pisos. Esta organização enumera-se desde o piso -2 até ao piso 4.

Nas Figuras 10 e 11 pode-se observar a estrutura física do hotel e a sua respetiva localização geográfica.



Figura 10: Casa São Nuno [18]

A figura que se segue foi retirada do Google Maps e tem como objetivo a perceção da localização espacial do edifício.



Figura 11: Localização espacial do hotel.

4.3. Equipamentos do SGT instalados no caso de estudo

As remodelações das instalações do edifício em estudo quando efetuadas englobaram um conjunto de alterações no hotel. Em seguida irão ser apresentados todos os materiais instalados pela empresa, materiais estes que permitiram ao hotel Casa São Nuno uma utilização racional de energia e grandes reduções ao nível energético. A instalação de todo este sistema foi dividida em 4 grupos distintos de componentes:

(A) Servidor SGT + Estação de Monitorização

Servidor de Gestão Técnica	Unidades
Servidor Dell c/ Rato e Teclado	1,00
Monitor TFT 17	1,00
UPS 1500VA c/ carta de rede	1,00
Switch Ethernet 16 Porta Gigabit	1,00
Software GTE p/ Servidor até 10 Controladores	1,00
Estação de Monitorização	Unidades
Computador Dell c/ Rato e Teclado	1,00
Monitor TFT 22" Wide	1,00
Impressora Jacto de Tinta a Cores	1,00
UPS Smart-UPS SC 450VA	1,00
Bastidor Informático p/ Colocação do Equipamento de Sistema	1,00

Tabela 5: Materiais constituintes do Servidor Dedicado ao SGT [16].

(B) Sistema de Climatização de quartos e salas

Controladores de Sala / Quarto	Unidades
ECC-PFCU Controlador de Sala 6 EU /8 SD	146,00
EC-Smart-Sensor Termostato de Parede c/ Display	146,00
Sondas de Temperatura Água Chegada	146,00
Unidades de Tratamento de Ar	Unidades
Módulo de Controlo p/ Unidade de Tratamento Ar	4,00
Sensor de Temperatura e Humidade Exterior	1,00
Sonda de Temperatura p/ conduta	18,00
Sonda de Qualidade do Ar p/ Conduta	4,00
Sensor de Temperatura e Humidade Interior	4,00
Pressoestato Diferencial p/ Ar	40,00
Servomotor p/ Registo 10Nm	24,00
Controlador de Zona / Gateway	Unidades
JACE 650 Controlador de Zona c/ 2xETH+1xRS232+1xRS485 + 1xLON	2,00

Produção de Água Quente e Fria para Climatização	Unidades
JACE 240 Controlador de Zona c/ 2xETH+1xRS232+1xRS485 + 1xLON	1,00
Módulo de 16EU/10SD/8SA p/ JACE	1,00
Sondas de Temperatura de Imersão / Contacto	6,00
Pressoestado Diferencial 40-200 mbar	4,00
Programação, colocação em serviço e teste operacionais	1,00
Gateways p/ Integração de 2 Chillers LENNOX em MODBUS	1,00
Consola p/ Monitorização e Atuação Local	1,00
Serviço de Integração Chillers através de Comunicação MODBUS	1,00

Tabela 6: Materiais constituintes do sistema de climatização de quartos e salas [16].

(C) Produção de águas quentes sanitárias

Equipamento de Controlo	Unidades
JACE 240 Controlador de Zona c/ 2xETH+1xRS232+1xRS485 + 1xLON	1,00
ECC-301 Modulo de 8 Entradas / 8 Saídas Digitais	4,00
Sondas de Temperatura de Imersão / Contacto	11,00
Detector de Gás	1,00
Pressoestado Diferencial 40-200 mbar	5,00

Tabela 7: Materiais utilizados para a produção de águas quentes sanitárias [16]

4.4. Composição de cada piso do hotel

O edifício divide-se em duas alas: ala nascente e ala poente. Este é constituído por 8 pisos (piso -2, piso -1, piso 0, piso 1, piso 2, piso 2P, piso 3P e piso 4P) [17], (*P corresponde á ala poente do edifício*). Na Tabela 8 podem ser analisados, mais detalhadamente, os diferentes pisos do hotel relativamente á sua constituição e organização.

Pisos do hotel	Descrição detalhada dos pisos
Piso -2	15 Quartos, quartos do seminário, sala de arrecadação, hall de serviço e copa de serviço;
Piso -1	15 Quartos, salas de reuniões e copa de serviço;
Piso 0	Receção e respetivo escritório, Capela, Sala de estudo do Seminário, 15 quartos do seminário, cozinha do seminário, gabinete da direção, casas de banho, Loja e sala polivalente;

Piso 1	Coro, Sala de leitura, Bar, Zona de estar, casas de banho, 15 quartos, Cozinha para confeitaria e Restaurante (Sala 1, Sala 2 e Sala 3);
Piso 2	15 Quartos e uma copa de serviço;
Piso 2P	20 Quartos e uma copa de serviço;
Piso 3P	20 Quartos e uma copa de serviço;
Piso 4P	20 Quartos e uma copa de serviço;

Tabela 8: Organização do hotel.

4.5. Variáveis de funcionamento do hotel

Na presente secção irão ser analisadas as variáveis e fontes de consumos associadas ao caso de estudo. Estas variáveis enumeram-se por: taxas de ocupação, temperatura dos pisos, consumos de gás, unidades de tratamento de ar, consumo dos chillers e consumos de iluminação.

4.5.1. Taxas de ocupação

Numa abordagem inicial, procurou-se obter informação relativa ao ano de 2013, identificando, de uma forma geral as taxas de ocupação de cada quarto, por cada piso, analisando também a estação do ano em que a ocupação se verificou. Estes dados foram importantes para percebermos as alturas de pico e de menor ocupação ao longo do ano.

A taxa de ocupação média da unidade foi de aproximadamente 34 % no ano de 2013. Esta taxa foi calculada através do histórico do controlo de acessos no quarto de hóspedes através do uso de cartões magnéticos. Assim sendo, sempre que o utilizador insere o cartão no dispositivo de acesso automaticamente teria eletricidade no interior do quarto e assumiu-se a ocupação deste, por sua vez sempre que este cartão era retirado do sensor magnético de entrada considerou-se que o quarto passava a estar desocupado. As taxas de ocupação foram analisadas para cada piso e quarto ao longo de todo o ano de 2013, para tal foram construídas 135 tabelas diferentes (Anexo 3), cada uma com o calendário anual e respetiva designação de estado ocupado ou desocupado do quarto. No gráfico da Figura 12 podem ser analisadas as taxas de ocupação ao longo do ano de 2013.

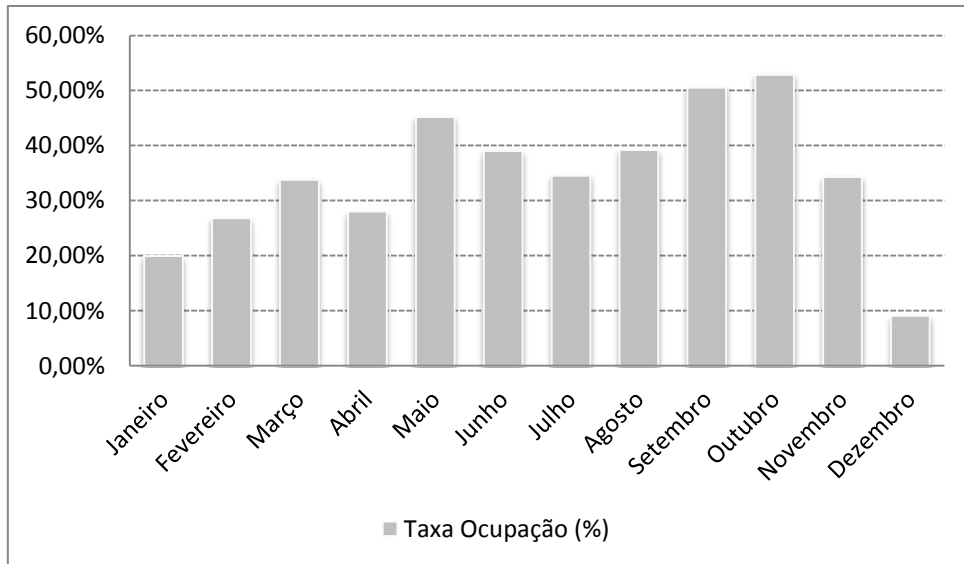


Figura 12: Ocupação segundo as diferentes estações do ano

Relativamente às taxas de ocupação analisadas anteriormente verifica-se uma certa desproporcionalidade entre as diferentes alturas do ano, obtendo-se os valores mais altos nos meses de maio, agosto, setembro e outubro. Por sua vez, os meses de janeiro e dezembro assumem valores mais baixos em termos de ocupação.

No caso da distribuição das taxas de ocupação por pisos verifica-se que estas não são lineares de piso para piso, sendo os pisos 0, 1 e 2 os que apresentam maior densidade ocupacional, num valor que ronda os 45%. Por sua vez os pisos -1 e -2 são os que apresentam valores de ocupação mais baixos, valores que rondam os 20%. No gráfico da Figura 13 podem ser observados todos esses valores.

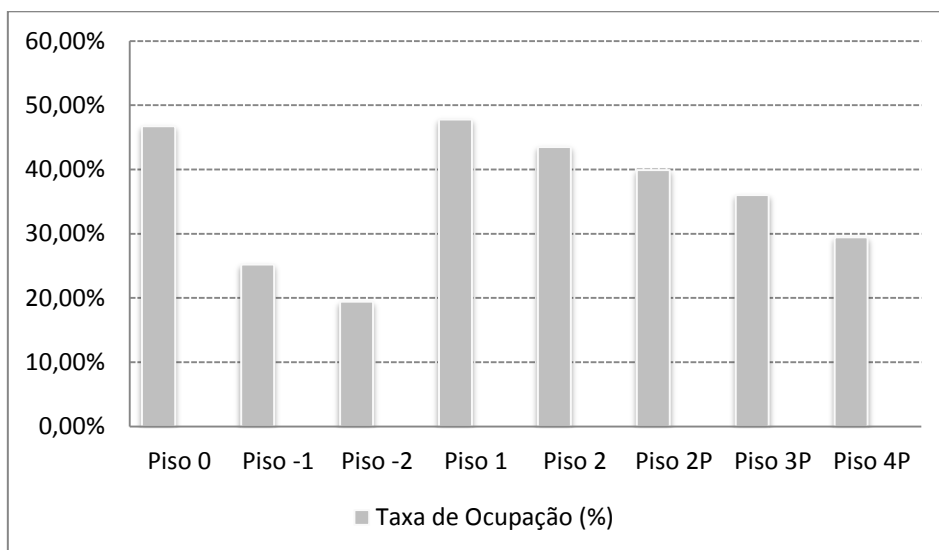


Figura 13: Taxas de ocupação dos diferentes pisos ao longo do ano

4.5.2. Temperatura dos pisos

Relativamente ao aspeto climático, a temperatura ambiente da região de Fátima, registada no ano de 2013, tem como temperatura mínima cerca de 12.4°C no mês de Fevereiro, e a temperatura máxima regista-se como valores de 30.0°C no mês de agosto e setembro. A temperatura do ar ambiente no edifício é a variável com a prioridade mais alta no sistema de tratamento de ar, isto é, é a variável primordial para o sistema. É dada a opção ao hóspede de definir o valor da temperatura desejada, dentro de uma gama aceitável, para o quarto onde se encontra alojado. De forma a facilitar a análise de todas as temperaturas obtidas ao longo de um ano no edifício, foi calculada a média da temperatura de cada piso. No gráfico da Figura 14 podem ser analisadas mais em detalhe as temperaturas dos diferentes pisos do hotel

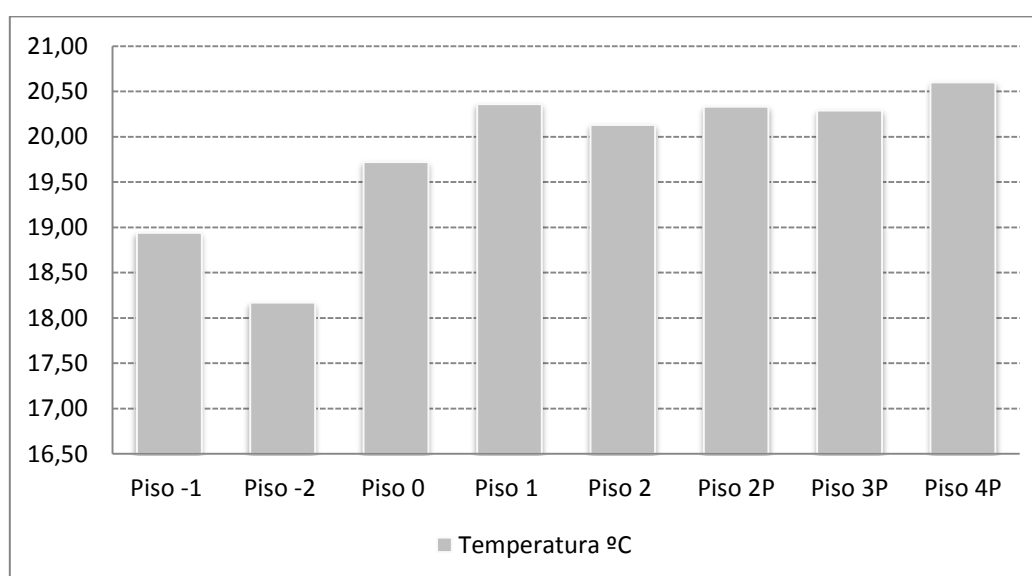


Figura 14: Temperatura média dos pisos do hotel

Em analogia ao gráfico acima verifica-se uma pequena diferença de temperatura entre os diferentes pisos. Esta diferença é mais notória entre os pisos mais inferiores e os mais superiores do hotel. Esta situação está relacionada com o fato dos pisos inferiores serem pouco utilizados para dormidas, mas sim utilizados para atividades religiosas. No caso dos pisos superiores onde se localizam os quartos para os hóspedes a temperatura apresenta valores superiores. Isto compreende-se pois como são os locais mais utilizados exige um maior número de gastos de energia para o conforto de todos os hóspedes e existe uma maior exposição solar comparativamente com pisos inferiores. Relativamente aos quartos do hotel, para tornar possível o controlo de todas as

temperaturas e garantir o melhor conforto para os hóspedes existiu a necessidade de criação de set-points de temperatura, ou seja, valores máximos e mínimos de temperatura admissíveis no edifício. Quando definido o set-point da temperatura, o programa vai fazer o ajuste das diferentes partes do processo de tratamento de ar para que a temperatura de retorno, ou seja a temperatura interior do edifício, seja o mais rapidamente possível a temperatura desejada. Atingida esta temperatura o programa vai manter ao longo do tempo a temperatura perto deste valor.

Os operadores do hotel tem também a opção de escolher os limites que originem um alarme, caso a temperatura atinja determinado intervalo. Este poderá também definir um mínimo e um máximo para que quando a temperatura ambiente de determinado espaço ultrapasse um desses limites o SGT origine um alarme, desta forma o operador tem conhecimento de que algo está incorreto no sistema.

4.5.3. Consumos de gás

Os sistemas de cogeração são sistemas que produzem simultaneamente eletricidade e calor através da utilização de um combustível, normalmente gasóleo ou gás (propano ou gás natural). O combustível é consumido por um motor ou turbina que por sua vez aciona um alternador, o qual produz eletricidade. O calor dos gases resultantes da combustão e do arrefecimento do próprio motor são aproveitados na produção de água quente sanitária. A viabilidade da instalação de sistemas de cogeração em hotéis depende em grande parte da sua dimensão e do tipo de funcionamento, sendo tanto maior quanto maior for a sua dimensão. A otimização do investimento requer que a instalação de cogeração seja dimensionada com base na satisfação das necessidades de calor do hotel, conseguindo-se neste caso um máximo de poupança de energia. No entanto, neste caso, existem determinados períodos do dia, em que as necessidades de energia elétrica são maiores, havendo assim a necessidade de recorrer ao fornecimento da rede pública de energia elétrica. Em analogia ao gráfico que se segue, os consumos de gás para o aquecimento e arrefecimento de águas quentes sanitárias apresentam alguma desproporcionalidade quando comparamos as diferentes épocas do ano. Assim sendo os meses de janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro apresentam consumos de gás superiores. Os restantes meses mais quentes apresentam consumos de gás mais baixos. O mês de maio é uma exceção uma vez que é um mês onde existe uma

taxa de ocupação elevada devido às peregrinações na cidade. No gráfico da Figura 15 podem analisar-se os caudais de gás verificados ao longo do ano de 2013 no hotel.

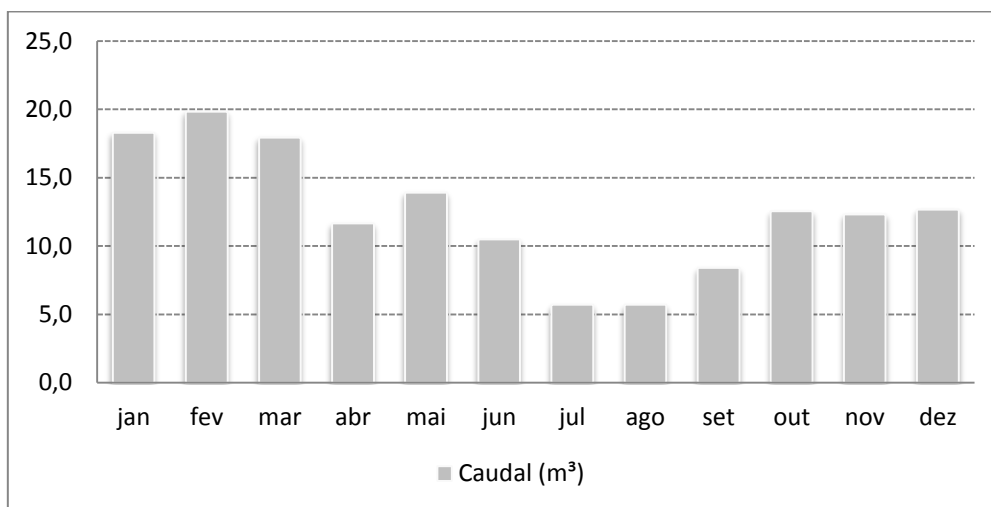


Figura 15: Consumo de gás na central térmica.

4.5.4. Unidades de tratamento de ar (UTA'S)

Com o objetivo de garantir aos hóspedes as condições ambientais agradáveis e evitar o degradamento de estruturas dos elementos da construção, deve prever-se a instalação de um sistema adequado para o tratamento e climatização do ar no interior do edifício. A conceção de um sistema deste tipo deve ter em consideração: a relação entre a temperatura e a humidade relativa do ar, a necessidade de minimizar a presença de poluentes, principalmente os que são nocivos para a saúde e garantir a rapidez de insuflação do ar para o interior do edifício.

O tratamento do ar no interior do edifício tem um enorme peso na fatura energética, sendo assim, a otimização deste sistema têm de ser efetuada com rigor garantindo que não existem gastos desnecessários.

Desta forma é possível dimensionar qual o melhor tratamento a administrar ao ar que vai para o edifício por forma a manter a sua boa qualidade. Este controlo tem de ser feito na totalidade do tempo para que não se perca o controlo destas variáveis pois a perda do seu controlo tornar-se-á dispendioso (económica/energeticamente) e desconfortável para os ocupantes do edifício. Em projetos cuja insuflação de ar é efetuada através de sistemas com caudal variável é, sem dúvida, necessária uma atenção especial aos níveis de poluentes presentes no ar, nomeadamente em condições com carga reduzida. Desta forma a distribuição do ar na zona ocupada pode ser lenta devido

à velocidade do ar em contacto com os ocupantes ser reduzida e a diluição dos contaminantes torna-se assim insuficiente. No edifício em estudo estão presentes 8 unidades de tratamento de ar de forma a garantir a qualidade do ar no interior de todo o edifício. Estas unidades de tratamento de ar organizam-se da seguinte forma:

UTA	Localização
1	QT.Poente
2	QT.Nascente
3	Bar
4	Piso 0
5	Polivalente
6	Auditório
7	Restaurante
8	Residentes

Tabela 9: Distribuição das unidades de tratamento de ar no hotel.

4.5.5. Chiller's

Os sistemas de distribuição centralizada têm como objetivo a produção de frio, a água gelada produzida por eles é utilizada para arrefecer o ar. Os processos termodinâmicos que ocorrem no seu sistema de refrigeração por ciclo contínuo podem-se dividir da seguinte forma: evaporação, compressão, condensação e a expansão, sendo os componentes responsáveis por cada etapa, o evaporador, o compressor, o condensador e a válvula de expansão. [7]

O compressor do chiller permite a circulação do fluido de refrigeração por todo o circuito. Este fluido em estado líquido antes de entrar no compressor é evaporado, o compressor por sua vez irá remover o vapor que se forma através da compressão do refrigerante. Em seguida, o fluido refrigerante já no estado gasoso, com elevada pressão e temperatura, entra no condensador onde perde calor e condensa. Este fluido após a condensação volta a evaporar. No processo de evaporação, ocorre a dissipação de calor, após o qual a água refrigerada sai pelo permutador para poder ser transportada para o edifício. O termóstato presente no sistema irá permitir a regulação da temperatura do evaporador, orientando os compressores, de forma a trabalharem quando a temperatura atinja o limite mais alto e que pare quando se atinja o limite mais baixo. A figura abaixo representa o esquema de funcionamento de uma unidade de refrigeração.

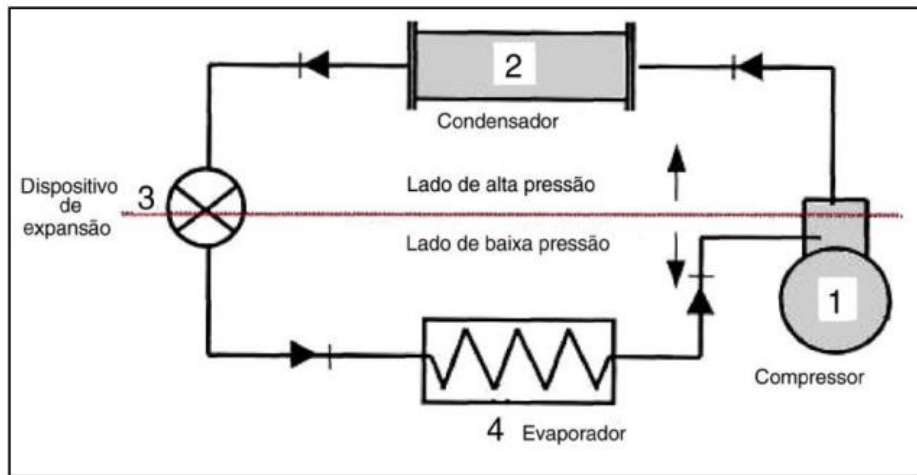


Figura 16: Princípio de funcionamento de um chiller.

O caso em estudo tem dois Chillers instalados no sistema. Ambos apresentam uma contribuição muito significativa na fatura energética anual do edifício. Como tal os seus consumos poderão ser analisados nos gráficos que se seguem:

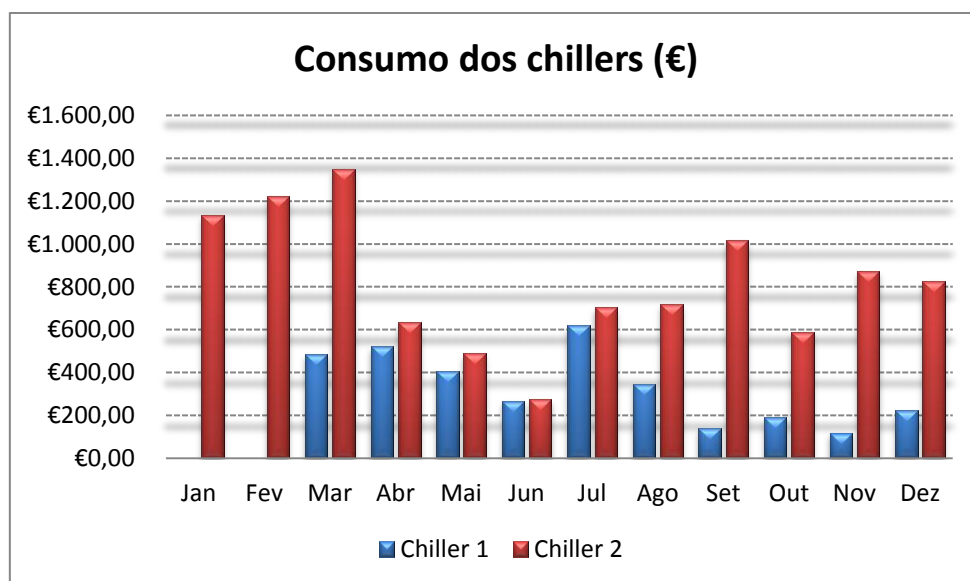


Figura 17: Custo dos chillers em funcionamento ano de 2013.

A faturação energética dos chillers em funcionamento ao longo do ano pode ser analisada na Figura 18.

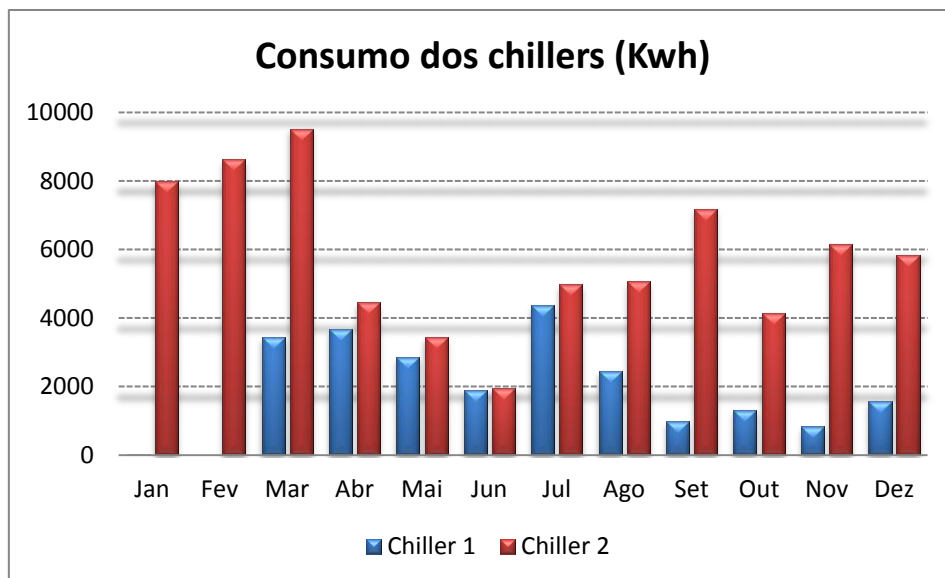


Figura 18: Consumo dos chillers.

Em análise aos dados obtidos acima verifica-se que o chiller 2 apresenta um consumo superior uma vez que teve mais horas de funcionamento comparativamente ao chiller 1, tendo assim uma maior faturação anual. O consumo total dos chillers em funcionamento ao longo do ano de 2013 é aproximadamente 13.137,48 € correspondendo a um total de 92.778,8 Kwh. Estes valores podem ser analisados na tabela que se segue.

(Consumo total dos Chillers)

Custo (€)

Energia (Kwh)

Chiller 1	Chiller 2	Chiller 1	Chiller 2
3.310,86 €	9.826,62 €	23.381,8 (kwh)	69.397,0 (kwh)

Total 13.137,48 € Total 92.778,8 (Kwh)

Tabela 10: Consumos anuais dos dois chillers em funcionamento.

4.5.6. Iluminação

A iluminação tem um papel muito importante num edifício uma vez que o ser humano despende a maior parte do tempo no seu interior. Esta poderá ser do tipo natural ou artificial. A iluminação com origem solar deverá ser a mais utilizada, ou seja, uma boa e eficiente iluminação é aquela que use iluminação natural e artificial proporcionando o melhor conforto e bem-estar para os hóspedes, utilizando o menos possível a iluminação artificial. A iluminação natural é a forma económica, a mais barata e a mais sustentável pelo que deve ser aproveitada ao máximo. Contudo a sua utilização nem sempre é suficiente (condições climatéricas) ou possível (período noturno), pelo que tem de existir também iluminação artificial. Através das janelas em vidro é obtida uma maior iluminação natural, no entanto, a forte incidência solar provoca o aumento de temperatura no interior dos edifícios. Por norma os hotéis devem maximizar as áreas com acesso a iluminação natural, principalmente locais onde se efetuam tarefas com maior exigência visual. As áreas onde a ocupação do hotel é mais reduzida devem ser dimensionadas para se localizarem no interior do hotel, pois irão necessitar de menor iluminação natural. No caso de uma iluminação artificial, esta pode ser obtida através de luminárias e devem ser dimensionadas de forma a eliminar situações de gastos de luminosidade indesejáveis.

Para o cálculo do valor de iluminação artificial do hotel foi necessário efetuar um conjunto de estudos prévios de ocupação de cada quarto, cada piso e no final proceder à sua soma. Assim sabendo a taxa de ocupação do quarto e as suas fontes de iluminação foi possível o cálculo do gasto de cada piso. De seguida serão exibidos os consumos de cada piso em contributo para o valor total de consumo.

(A) Piso 0

O piso 0 encontra-se dentro dos pisos com maiores taxas de ocupação (46.70%) e como consequência maiores gastos de iluminação associados. No gráfico de Figura 19 podem-se observar estes gastos.

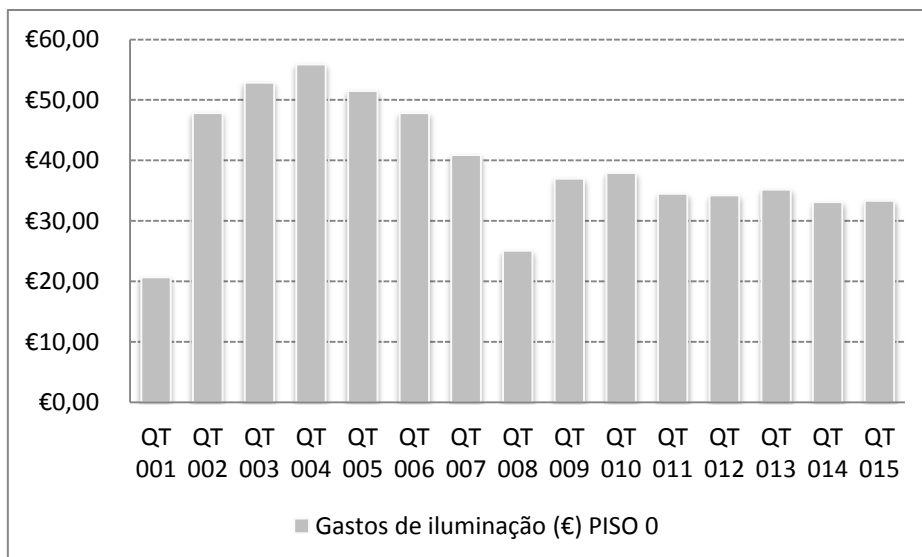


Figura 19: Gastos de iluminação piso 0.

(B) Piso -1

O piso -1 encontra-se dentro dos pisos com menores taxas de ocupação (25.22%), tendo assim menores gastos de iluminação associados. No gráfico da Figura 20 podem-se observar estes gastos:

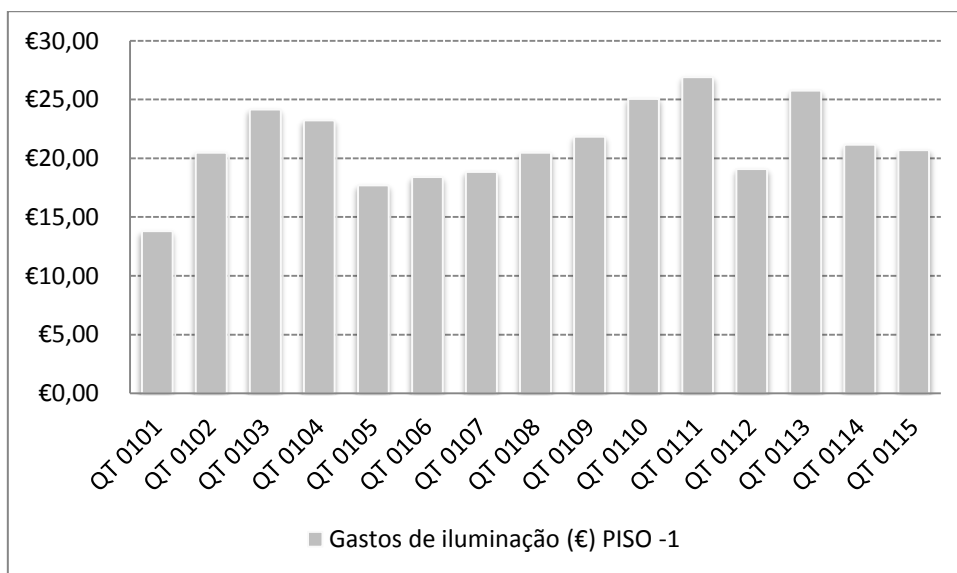


Figura 20: Gastos de iluminação piso -1.

(C) Piso -2

O piso -2 é o piso com menores taxas de ocupação (19.43%), tal fato está relacionado com questões de comodidade. Os pisos mais próximos da receção, restaurante e locais centrais do hotel tornam o ambiente mais acolhedor para os hóspedes, assim sempre que estes necessitarem de algo estarão mais perto do local central do edifício. Como este piso se encontra um pouco deslocado destes locais é aceitável ter taxas de ocupação mais reduzidas e assim menores gastos de iluminação associados. No gráfico da Figura 21 podem-se observar estes gastos:

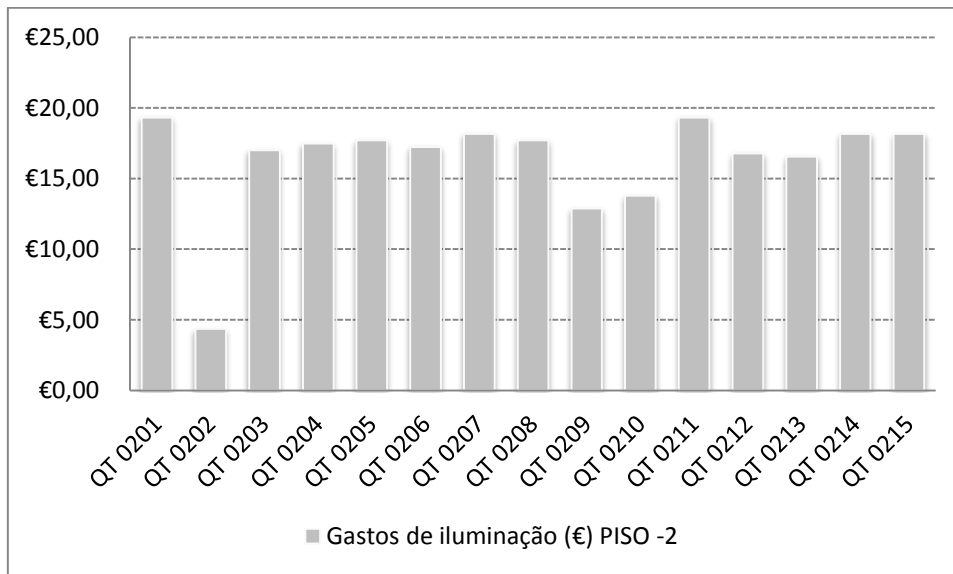


Figura 21: Gastos de iluminação piso -2.

(D) Piso 1

O piso 1 encontra-se dentro dos pisos com maiores taxas de ocupação (47.76%), tendo assim maiores gastos de iluminação associados. É dos pisos que aloja mais hóspedes ao longo do ano. No gráfico da Figura 22 podem-se observar estes gastos:

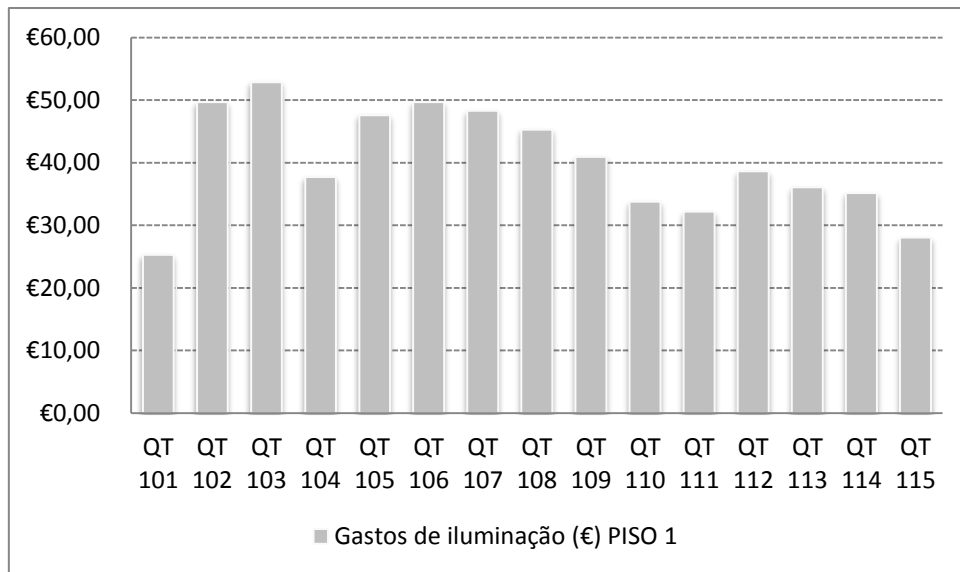


Figura 22: Gastos de iluminação piso 1.

(D) Piso 2

O piso 2 encontra-se dentro dos pisos com maiores taxas de ocupação (43.51%) sendo por sua vez maiores os gastos de iluminação associados. No gráfico da Figura 23 podem-se observar estes gastos:

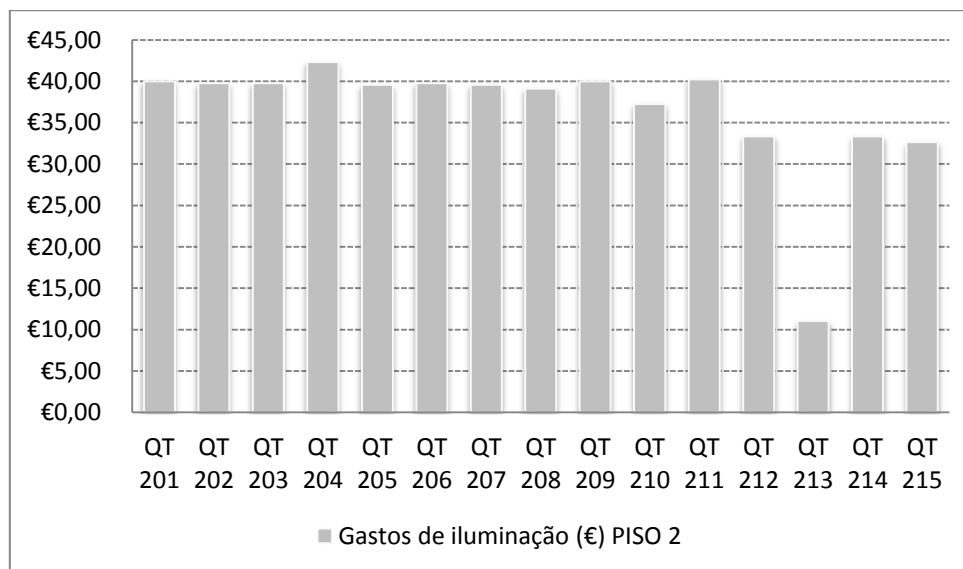


Figura 23: Gastos de iluminação piso 2.

(E) Piso 2Poente

O piso 2 poente embora não tendo grande taxa de ocupação (39.90%), contém um maior número de quartos comparativamente com os restantes pisos tendo por sua vez maiores gastos de iluminação.

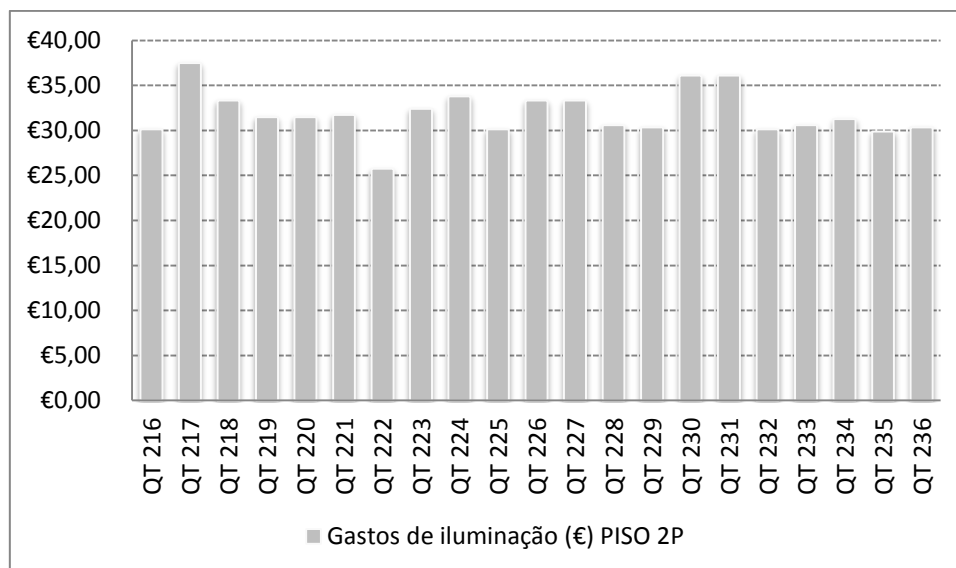


Figura 24: Gastos de iluminação piso 2Poente.

(F) Piso 3Poente

À semelhança do piso 2 poente este embora não tendo grande ocupação (36.01%), contém um maior número de quartos comparativamente com os restantes pisos tendo por sua vez maiores gastos de iluminação associados.

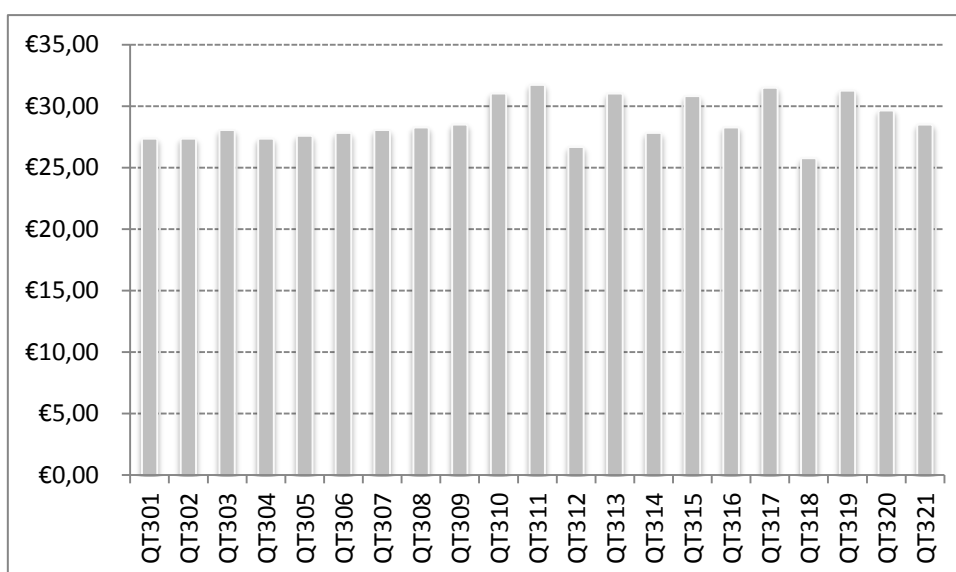


Figura 25: Gastos de iluminação piso 3Poente.

(G) Piso 4Poente

Em relação aos pisos localizados a poente este piso é o que apresenta uma menor taxa de ocupação (29,42), uma vez que este encontra-se mais afastado da receção faz com que não exista o melhor conforto para os hóspedes. Assim este piso de entre os localizados a poente é o que apresenta uma menor faturação de energia ao nível da iluminação.

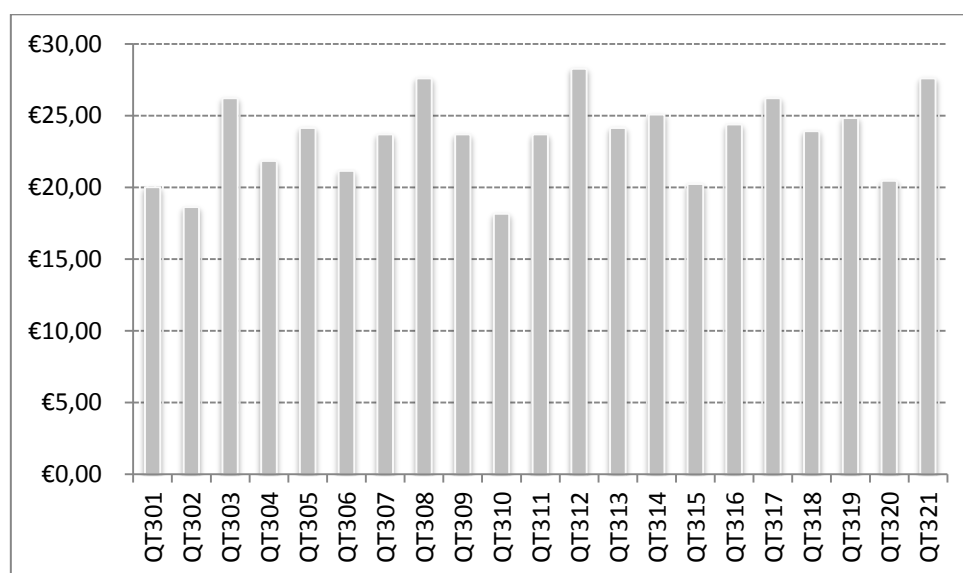


Figura 26: Gastos de iluminação piso 4Poente.

Após a desagregação dos consumos energéticos de iluminação dos diferentes pisos é possível ter uma perceção da divisão da faturação anual do hotel, ou seja, ao valor total de consumo já poderemos retirar os consumos da iluminação e verificar o seu impacto na faturação total do edifício. Na Tabela 11 podem-se observar os gastos totais de iluminação do hotel no ano de 2013.

(Consumo total de iluminação)

Piso -2	Piso -1	Piso 0	Piso 1	Piso 2	Piso 2P	Piso 3P	Piso 4P
244,68 €	317,57 €	588,00 €	601,34 €	547,76 €	669,87 €	604,56 €	493,95 €

Total 4.067,73 €

Tabela 11: Consumo anual de iluminação.

4.6. Cálculo dos consumos teóricos VS consumos reais

Analisados os valores das principais fontes consumidoras do hotel, a próxima fase trata-se da realização de uma comparação entre os valores que foram obtidos após a instalação do SGT com os cenários teóricos criados que representam os consumos antes da instalação. Assim sendo serão analisados os consumos totais do hotel de forma a compreender o peso dos consumos que analisamos anteriormente na sua faturação total. Os cenários para simulação de valores teóricos foram enumerados de um a quatro em que cada um corresponde a diferentes tempos de utilização de sistemas de iluminação e sistemas de climatização. Estes tempos foram distribuídos de forma a simular os casos mais extremos e os mais conservadores no uso de energia. Analisando a Tabela 12 podemos verificar que o cenário 2 permite uma simulação onde o hotel despende uma grande taxa de energia, por sua vez o cenário 3 pretende simular uma situação em que os gastos de energia são menores.

Cenários efetuados	Variáveis de consumo	
	Iluminação (horas)	Climatização (horas)
Cenário 1	6	8
Cenário 2	10	10
Cenário 3	6	4
Cenário 4	8	6

Tabela 12: Diferentes cenários simulados.

Para realização destas comparações e análises energéticas entre os valores teóricos com base na tabela anterior e os valores reais do hotel foi necessária a realização de um levantamento dos consumos energéticos reais do hotel. Estes encontram-se descritos na Tabela 13, podendo assim analisar-se os consumos ao nível energético e ao nível monetário. Todos estes consumos são referentes ao ano de 2013. Estes dados foram disponibilizados pelo responsável da faturação energética do hotel.

(Consumos/Gastos reais do hotel)

	Energia (Kw/h)	Gastos (€)
janeiro	3.472,10	3.754,30 €
fevereiro	3.528,30	3.781,90 €
março	4.313,90	4.534,00 €
abril	3.381,90	3.642,00 €
maio	3.264,10	3.499,50 €
junho	2.747,90	2.895,30 €
julho	3.513,70	3.734,50 €
agosto	3.439,40	3.678,10 €
setembro	3.826,00	4.084,00 €
outubro	3.256,00	3.515,00 €
novembro	3.255,40	3.493,00 €
dezembro	2.766,80	3.017,00 €
Gastos anuais		43.628,60 €

Tabela 13: Consumos reais do hotel.

Nas seções seguintes serão descritos todos os cálculos efetuados, bem como a sua análise crítica. Estes cálculos foram efetuados recorrendo às ferramentas incorporadas no Excel. A análise dos diferentes cenários segue a ordem de análise desde o cenário 1 até ao cenário 4.

4.6.1. Análise do Cenário 1

No cálculo da variável iluminação teve que se ter em conta uma série de parâmetros de forma a tornar os seus valores os mais próximos da realidade. Assim foram considerados no interior de cada quarto as seguintes fontes de iluminação: duas lâmpadas fluorescentes com balastro ferromagnético e dois candeeiros. Para este cenário estimaram-se valores para a iluminação de 6 horas e no caso da climatização o valor utilizado foi de 8 horas. Após a realização dos cálculos pode-se verificar que para o caso da iluminação obteve-se um consumo de 6.798,72 €/ano, representando cerca de 48.013,56 kwh/ano. Na Tabela 14 podem-se observar os valores para cada parcela do cálculo.

GASTOS DE ILUMINAÇÃO		<i>(6 Horas Iluminação)</i>	
	Quantidade	Unidade	
Horas de funcionamento	6	(h)	
Lâmpadas utilizadas (2)	108	(W)	
Candeeiros (2)	22	(W)	
Balastro ferromagnético	1,3	(%)	
Preço da energia	0,1416	(€/Kw)	
Número de quartos	135	Quartos	
Consumo total Quartos (135)		6.798,72	€/Ano

Tabela 14: Valores teóricos de iluminação (CEN 1)

- Iluminação

De forma a termos a perceção das poupanças quer a nível energético quer a nível monetário foi feita a diferença entre o valor que gastaríamos antes da instalação e o que passamos a gastar após a instalação do SGT. Também irá ser indicado o respetivo retorno do investimento para este cenário em questão. Uma vez que os gastos em iluminação após a instalação do SGT representam cerca de 4.067,73 €/ano e os gastos deste cenário são cerca de 6.798,72€/ano, subtraindo o valor real pelo teórico verificamos uma diferença de 2.730,99€/ano. Este valor representa a poupança que poderíamos obter para este cenário recorrendo á instalação de um SGT.

- Climatização

Para o cálculo da climatização foi necessário considerar todas as variáveis que influenciam o seu resultado, garantindo um valor mais próximo da realidade. Assim para o seu cálculo foram consideradas as seguintes variáveis: horas de funcionamento do quarto, potência térmica típica, a dimensão do quarto e também o valor do coeficiente de eficiência do equipamento. Como se pode verificar na tabela abaixo pelas quantidades indicadas obtêm-se um consumo de 29.304,83 € /Ano, o que equivale a um consumo de 206.955,00 kwh/ano. Efetuando a subtração do valor real pelo teórico verifica-se uma diferença de 16.167,35€/ano.

GASTOS DE CLIMATIZAÇÃO		<i>(8 Horas Climatização)</i>	
	Quantidade	Unidade	
Horas de funcionamento	8	(h)	
Potência térmica típica	140	(w/m ²)	
Dimensões do quarto	15	(m ²)	
Preço da energia	0,1416	(€/Kw)	
Número de quartos	135	Quartos	
Consumo energético por quarto	4,2	Kwh/Quarto	
Custo por quarto	0,59 €	€/dia	
Custo anual por quarto	217,07 €	€/ano	
Consumo total Quartos (135)		29.304,83	€/Ano

Tabela 15: Valores teóricos de Climatização (CEN 1)

Em análise aos dados calculados anteriormente verifica-se que as diferenças entre os valores atuais de consumo e os valores de pré instalação do SGT são bastante significativos. No caso de poupanças ao nível monetário verifica-se um valor de 18.898,34€/ano, por sua vez ao nível energético é possível uma redução de 133.462,82 kwh/ano. Com todos os valores obtidos torna-se assim possível estimar o tempo em que a instalação do SGT possa ser paga, este valor é aproximadamente 6.8 anos (Anexo 5). Nestas condições o cliente poderá obter lucros após este tempo.

4.6.2. Análise do Cenário 2

Os parâmetros dos constituintes do quarto de hóspedes mantêm-se os mesmos para o cálculo do cenário 2. Neste cenário que se segue estimaram-se valores para a iluminação de 10 horas, no caso da climatização o valor utilizado foi também de 10 horas. Tendo em conta os valores calculados verifica-se que para o caso da iluminação obteve-se um consumo de 11.331,20 €/Ano, representando cerca de 80.022,60 kwh/ano. Na tabela que se segue podem-se observar os valores auxiliares para o cálculo.

GASTOS DE ILUMINAÇÃO (10 Horas Iluminação)		
	Quantidade	Unidade
Horas de funcionamento	10	(h)
Lâmpadas utilizadas (2)	108	(W)
Candeeiros (2)	22	(W)
Balastro ferromagnético	1,3	(%)
Preço da energia	0,1416	(€/Kw)
Número de quartos	135	Quartos

Consumo total Quartos (135)	11.331,20	€/Ano
------------------------------------	------------------	--------------

Tabela 16: Valores teóricos de iluminação (CEN 2)

Em termos de poupanças ao nível de iluminação após a instalação do SGT obteve-se um valor de 7.263,47 €/ano, por sua vez ao nível energético é possível uma redução de 51.295,66 kwh/ano. Relativamente à climatização, mantendo-se as condições anteriores para o seu cálculo foi obtido um consumo de 36.631,04 €/ano, correspondendo a 258.693,75 kwh/ano.

GASTOS DE CLIMATIZAÇÃO (10 Horas Climatização)		
	Quantidade	Unidade
Horas de funcionamento	10	(h)
Potência térmica típica	140	(w/m2)
Dimensões do quarto	15	(m2)
Preço da energia	0,1416	(€/Kw)
Número de quartos	135	Quartos

Consumo energético por quarto	5,25	KWh/Quarto
Custo por quarto	0,74 €	€/dia
Custo anual por quarto	271,34 €	€/ano

Consumo total Quartos (135)	36.631,04	€/Ano
------------------------------------	------------------	--------------

Tabela 17: Valores teóricos de Climatização (CEN 2)

Em relação às poupanças económicas verifica-se um valor de 23.493,56€/ano, por sua vez ao nível energético verifica-se uma poupança de 165.914,95 kwh. Adicionando este valor às poupanças obtidas na iluminação obtêm-se uma poupança global de 30.757,03€. Assim é possível estimar o tempo em que a instalação do SGT possa ser paga, este valor ronda os 4.2 anos (Anexo 5).

4.6.3. Análise do Cenário 3

No cenário que se segue estimaram-se valores para a iluminação de 6 horas e no caso da climatização o valor utilizado foi de 4 horas. Em termos de iluminação pode-se observar o seu cálculo no cenário 1 uma vez que este utiliza o mesmo número de horas para o cálculo.

No caso da climatização em análise ao cálculo que se segue obteve-se um consumo de 14.652,41 € /ano, o que equivale a um consumo de 103.477,50 kwh/ano. Na Tabela 18 podem-se observar os valores utilizados para o cálculo.

GASTOS DE CLIMATIZAÇÃO		<i>(4 Horas Climatização)</i>	
	Quantidade	Unidade	
Horas de funcionamento	4	(h)	
Potência térmica típica	140	(w/m2)	
Dimensões do quarto	15	(m2)	
Preço da energia	0,1416	(€/Kw)	
Número de quartos	135	Quartos	
Consumo energético por quarto	2,1	KWh/Quarto	
Custo por quarto	0,30 €	€/dia	
Custo anual por quarto	108,54 €	€/ano	
Consumo total Quartos (135)		14.652,41	€/Ano

Tabela 18: Valores teóricos de Climatização (CEN 3)

Analisando os cálculos acima verifica-se que as diferenças entre os valores atuais de consumo e os valores antes da instalação do SGT apresentam certas diferenças em

relação aos cenários anteriores. Verifica-se que com 6 horas de iluminação e 4 de climatização o retorno do investimento é superior ao do cenário 2. Neste caso verifica-se que acontece a situação do valor teórico estar muito próximo do valor real, tal fato não é positivo pois assim com a instalação de um SGT o cliente não estaria a recuperar dinheiro mas sim a ter despesas superiores. Analisando o retorno do investimento do cenário 2 cerca de 4,2 anos (Anexo 6) podemos verificar que neste cenário 3 com este tempo apenas seria possível recuperar 34.917,34 €/ano, lembrando que o investimento total do sistema apresenta uma quantia de 127.988,95 €/ano faz com que esta possibilidade seja excluída, sendo este cenário inviável para o cliente.

4.6.4. Análise do Cenário 4

Por fim para o cenário que se segue estimaram-se valores para a iluminação de 8 horas e no caso da climatização o valor utilizado foi de 6 horas.

Os parâmetros dos constituintes do quarto de hóspedes mantêm-se os mesmos para o cálculo deste cenário. Tendo em conta os valores calculados verifica-se que para o caso da iluminação obteve-se um consumo de 9.064,96 €/ano, representando cerca de 64.018,08 kwh/ano. Na Tabela 19 podem-se observar todos estes valores.

GASTOS DE ILUMINAÇÃO (8 Horas Iluminação)		
	Quantidade	Unidade
Horas de funcionamento	8	(h)
Lâmpadas utilizadas (2)	108	(W)
Candeeiros (2)	22	(W)
Balastro ferromagnético	1,3	(%)
Preço da energia	0,1416	(€/Kw)
Número de quartos	135	Quartos
Consumo total Quartos (135)		9.064,96 €/Ano

Tabela 19: Valores teóricos de iluminação (CEN 4)

Em análise ao cálculo da climatização obteve-se um consumo de 21.978,62 € /ano, o que equivale a um consumo de 155.216,25 kwh/ano. Na Tabela 20 podem-se observar todas estas variáveis.

GASTOS DE CLIMATIZAÇÃO		<i>(6 Horas Climatização)</i>	
	Quantidade	Unidade	
Horas de funcionamento	6	(h)	
Potência térmica típica	140	(w/m ²)	
Dimensões do quarto	15	(m ²)	
Preço da energia	0,1416	(€/Kw)	
Número de quartos	135	Quartos	
Consumo energético por quarto	3,15	KWh/Quarto	
Custo por quarto	0,45 €	€/dia	
Custo anual por quarto	162,80 €	€/ano	
Consumo total Quartos (135)		21.978,62	€/Ano

Tabela 20: Valores teóricos de Climatização (CEN 4)

Em análise aos cálculos efetuados anteriormente confirma-se que as poupanças obtidas são bastante significativas. Com 8 horas de iluminação e 6 de climatização o retorno do investimento é superior ao do melhor cenário que é o 2, isto faz com que este cenário tenha menos impacto na faturação energética do hotel.

No caso de poupanças ao nível monetário verifica-se um valor de 13.838,37€/ano, por sua vez ao nível energético é possível uma redução de 97.728,59 kwh/ano. Com todos os valores obtidos torna-se assim possível estimar o tempo em que a instalação do SGT possa ser paga, este valor é aproximadamente 9.3 anos (Anexo 6). Nestas condições o cliente poderá obter lucros após este período.

4.7. Análise dos resultados obtidos

Nesta seção serão feitas as comparações entre os diferentes cenários e o consumo real do edifício em estudo. Foram obtidas as poupanças associadas e o respetivo retorno do investimento correspondente a cada cenário simulado. Como analisado anteriormente o cenário que apresenta melhor retorno do investimento é o cenário 2. Pode assim

constatar-se que quanto maior for o tempo de utilização dos equipamentos mais rápido será o retorno do investimento. Como no cenário 2 são simuladas mais horas de funcionamento, o retorno do valor investido é obtido mais rapidamente. Na Tabela 21 podemos analisar as diferenças energéticas entre os cenários calculados.

CONSUMOS TEÓRICOS (Gastos monetários do hotel €)		
	Iluminação (€)	Climatização (€)
CENÁRIO 1	6.798,72	29.304,83
CENÁRIO 2	11.331,20	36.631,04
CENÁRIO 3	6.798,72	14.652,41
CENÁRIO 4	9.064,96	21.978,62

Consumos Reais		
CONSUMO REAL DO HOTEL	4.067,73 €	13.137,48 €

Tabela 21: Gastos monetários do hotel, valores reais e teóricos.

Relativamente aos gastos energéticos entre os diferentes cenários criados podemos analisar a tabela que se segue:

CONSUMOS TEÓRICOS (Gastos energéticos do hotel Kwh)		
	Iluminação (kwh)	Climatização (kwh)
CENÁRIO 1	48.013,56	206.955,00
CENÁRIO 2	80.022,60	258.693,75
CENÁRIO 3	48.013,56	103.477,50
CENÁRIO 4	64.018,08	155.216,25

Consumos Reais		
CONSUMO REAL DO HOTEL	28.726,94 kwh	92.778,80 kwh

Tabela 22: Gastos energéticos do hotel, valores reais e teóricos.

5. Aplicação desenvolvida

O presente capítulo tem como base todos os dados e resultados obtidos no capítulo 4, com esta informação foi desenvolvida uma aplicação para a empresa. O desenvolvimento desta aplicação informática irá permitir o cálculo de um SGT de uma forma mais eficaz para a empresa Domebus. Esta ferramenta dispõe das seguintes funcionalidades: área de dados a inserir pelo cliente, área de cálculos do SGT a instalar pela Domebus, relatório de consumos e orçamentação para o cliente, ajuda local, área de manutenção de variáveis, uma área que permite a visualização imediata dos consumos, investimento total no SGT e respetivo retorno do investimento (*Payback*). Em seguida irá ser feita uma análise descritiva de toda a aplicação, como foi implementada e quais as principais dificuldades nesta implementação.

Ao longo da realização da aplicação uma das condicionantes foi o facto da aplicação ter sido desenvolvida num software que desconhecia, sendo assim exigiu uma maior dedicação e dispêndio de tempo na exploração e estudo das suas funcionalidades.

Apesar de todas as dificuldades o resultado final foi muito satisfatório, a versão primordial da aplicação desenvolvida irá tornar-se muito útil para a empresa. Com a seguinte aplicação a empresa poderá dar um feedback muito rápido ao cliente das opções e soluções a instalar, o que no passado não seria possível obrigando a um estudo e a uma solução mais tardia por parte da empresa. A aplicação desenvolvida intitulou-se como *SGT_CHECK_DISTECH*.

5.1. Princípio básico de funcionamento da aplicação

A aplicação *SGT_CHECK_DISTECH* tem como objetivo permitir o cálculo mais eficaz/rápido por parte da empresa Domebus aquando pretendem fazer uma análise económica de um hotel perante o cliente. Esta aplicação permite assim quantificar rapidamente os consumos atuais do presente hotel em estudo e automaticamente calcular o sistema de gestão técnica a aplicar. A aplicação tem a seguinte base de funcionamento:

- (A) Os dados são fornecidos pelo cliente;
- (B) A aplicação trata todos estes dados internamente através dos algoritmos implementados;
- (C) Todos os dados são tratados, e quando concluída esta análise o sistema expõe automaticamente todos os requisitos, custos e retornos dos investimentos que o cliente precisa de saber.

Em analogia à Figura 27 é possível ter uma noção da base de funcionamento da aplicação, bem como a sua interação com o cliente.

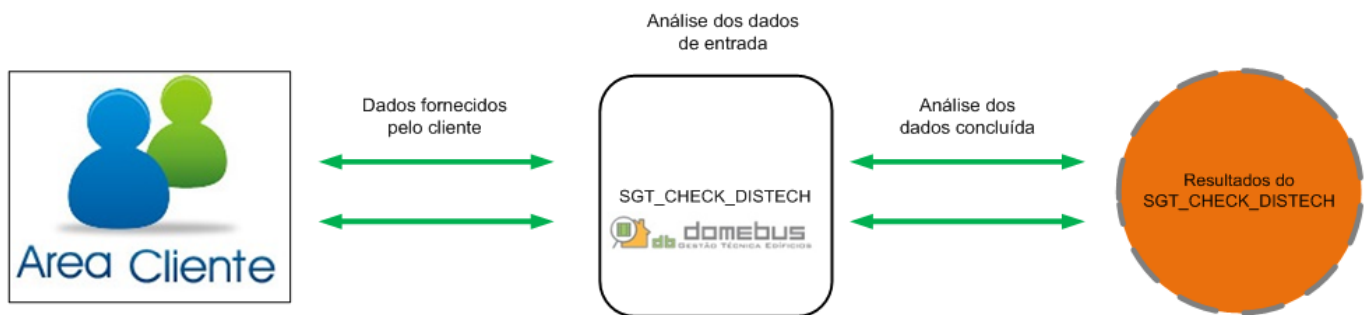


Figura 27: Princípio básico de funcionamento da aplicação

5.2. Plataforma de desenvolvimento da aplicação

A linguagem de programação utilizada é completamente orientada a objetos, esta designa-se por “OOP” (*Object Oriented Programming*). Em vez de tarefas nesta programação encontram-se objetos/entidades associados a comportamentos. Estes guardam informações que podem interagir umas com as outras. Para a realização da aplicação utilizou-se a plataforma de desenvolvimento *Microsoft Visual Basic 2010 Express*, utilizando dentro da aplicação a opção de *windows forms applications*. A aplicação é constituída por 3 páginas gráficas sendo a página principal onde se encontram todas as funcionalidades que o utilizador tem acesso e duas páginas secundárias, em que uma delas é dedicada á manutenção de variáveis do processo e a outra serve apenas para informação da versão do *Software* e respetivos autores da aplicação. Esta divisão e esquemática da aplicação foram elaboradas de modo a tornar o processo o mais intuitivo para o utilizador.

Na Figura 28 podemos observar a parte gráfica de desenvolvimento da aplicação, onde foram adicionados todos os botões, os logos informativos e todas as funções intrínsecas a estes.

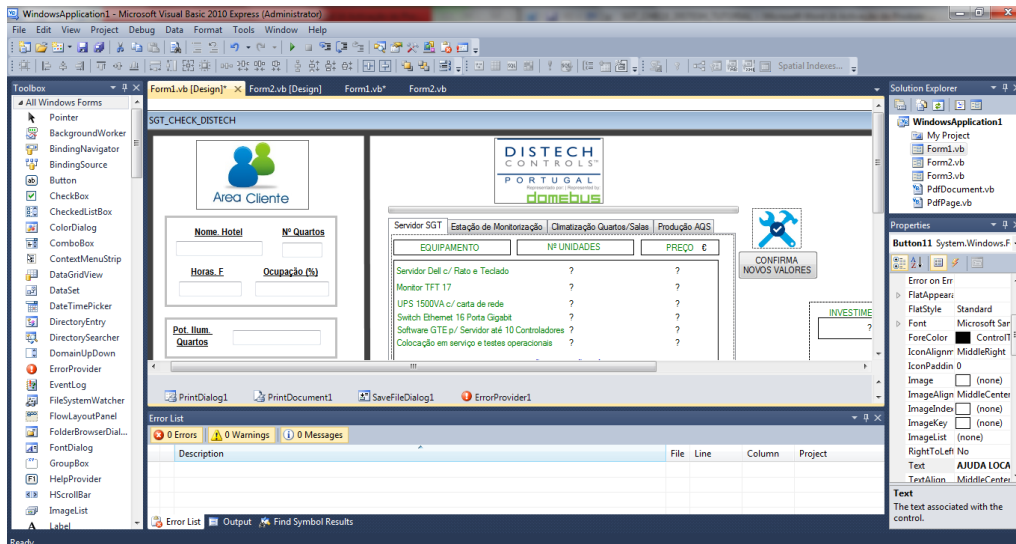


Figura 28: Plataforma de desenvolvimento da Interface gráfica

Apenas com o desenvolvimento/design da interface gráfica não seria possível tornar funcional toda esta aplicação. Cada objeto inserido nesta plataforma teve que ser programado individualmente, para poder associá-lo a uma determinada funcionalidade. Para a programação destes objetos foi utilizada a respetiva plataforma de programação incutida neste programa. Esta plataforma pode ser analisada na Figura 29.

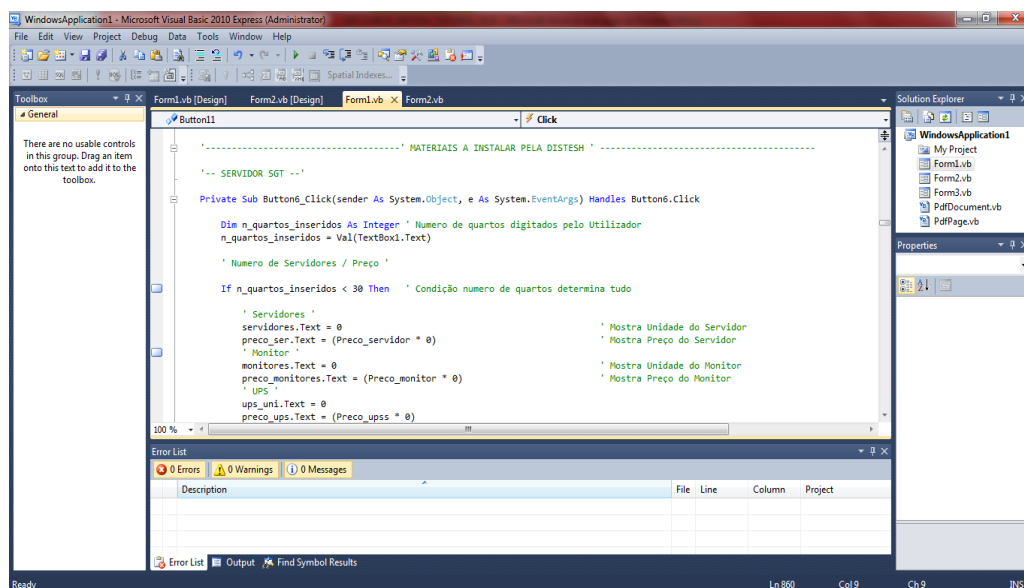


Figura 29: Plataforma de desenvolvimento do algoritmo da aplicação

5.3. Algoritmo da aplicação

Para uma melhor percepção do funcionamento da aplicação, a Figura 30 representa o fluxograma de funcionamento da mesma. Este exhibe o funcionamento da aplicação desde a aquisição dos dados do cliente até ao resultado final gerado num relatório.

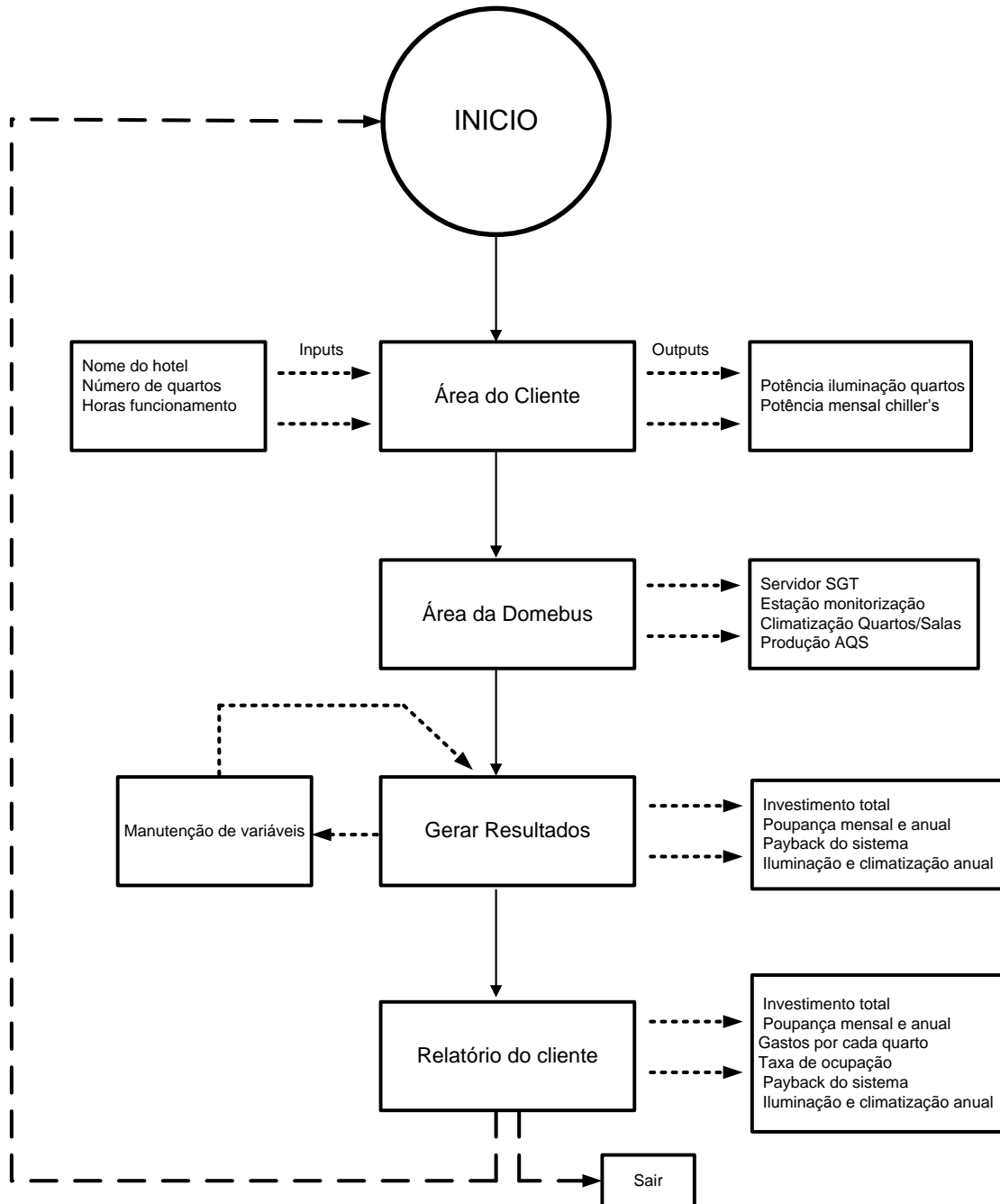


Figura 30: Fluxograma de funcionamento da aplicação.

5.4. Área de interação com o cliente

Na presente secção irão ser esclarecidas todas as funcionalidades intrínsecas aos botões presentes na página gráfica principal (Anexo 2).

Internamente a página gráfica principal pode ser subdividida em 3 áreas distintas:

- (A) Área do Cliente;
- (B) Área da Domebus;
- (C) Área de visualização dos dados obtidos.

Em seguida irá ser descrita toda a envolvente inerente á área do cliente, bem como as principais funções e opções disponíveis, Figura 31.

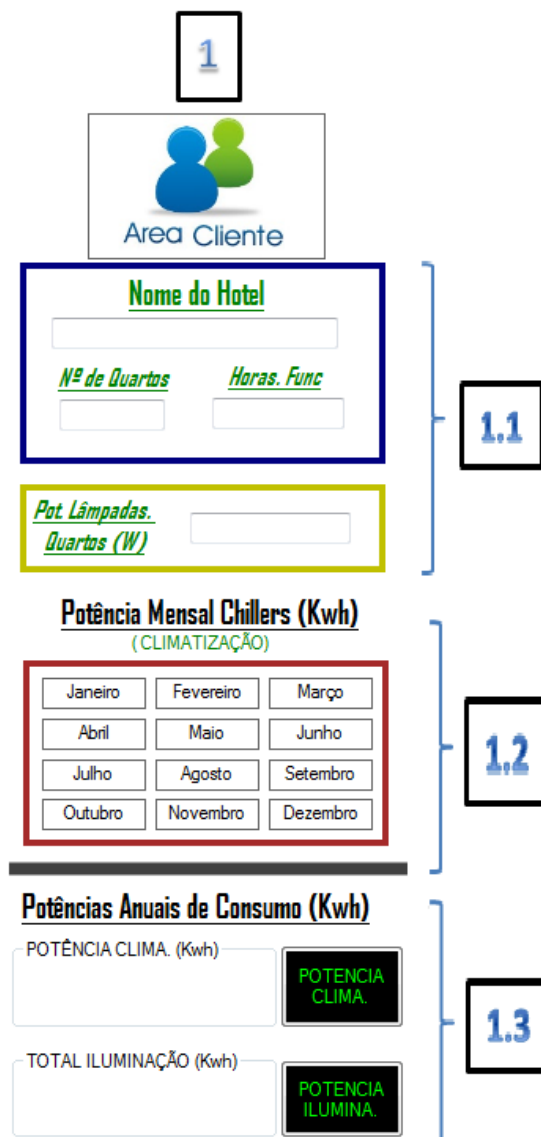


Figura 31: Organização da área cliente

5.4.1. Dados fornecidos pelo cliente

Os dados inseridos pelo cliente têm uma grande importância para o correto funcionamento e seriedade da aplicação. Estes dados terão que ser alvo de uma análise prévia por parte do cliente de forma a que se possam obter resultados admissíveis para uma análise e avaliação posterior. O cliente deverá fornecer os seguintes dados:

Nome Hotel: Esta variável permite ao cliente indicar o nome do hotel onde se pretende realizar o estudo;

Nº Quartos: O cliente aqui poderá indicar o número de quartos do hotel que irá ser alvo de estudo;

Horas.Func: Esta variável pretende receber as horas de funcionamento de cada quarto. Tipicamente esta variável assume valores entre 1 e 10 horas;

Pot.Ilum.Quartos: Esta variável recebe o valor da potência das luminárias presentes no interior de um quarto;

Potência Mensal chillers: A tabela da Figura 32 permite ao utilizador inserir os consumos mensais dos chillers ao longo de um ano. Para tal basta clicar sobre o mês e inserir o seu respetivo valor de consumo.

Potência Mensal Chillers (Kwh)
(CLIMATIZAÇÃO)

Janeiro	Fevereiro	Março
Abril	Maió	Junho
Julho	Agosto	Setembro
Outubro	Novembro	Dezembro

Figura 32: Potência anual dos chillers.

Estando a inserção de todas as variáveis acima descritas realizada a próxima fase é efetuar o cálculo da potência gasta para a iluminação e climatização no hotel. Este cálculo pode ser feito através do uso de dois botões auxiliares da aplicação. Estes botões organizam-se da seguinte forma:

- Cálculo da climatização

Para cálculo do valor de climatização ao longo do ano, basta pressionar o botão que se segue e se intitula por “*POTENCIA CLIMA*”.

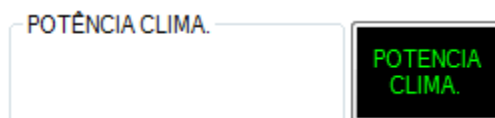


Figura 33: Potência de climatização.

- Cálculo da iluminação

No caso da iluminação para o cálculo do seu valor ao longo do ano, basta pressionar o botão designado por “*POTENCIA ILUMINA*”.



Figura 34: Potência de iluminação

5.4.2. Dados fornecidos pela Domebus

Nesta secção serão descritas todas as operações e cálculos efetuados pelo utilizador da domebus de forma a dar um feedback instantâneo ao cliente relativamente aos preços dos equipamentos a instalar no hotel em estudo. Esta área mostra detalhadamente o preço de todos os equipamentos bem como a quantidade a instalar. A secção da domebus divide-se da seguinte forma, Figura 35:

- Em 2.1 é realizado todo o cálculo em relação ao Servidor do SGT;
- Em 2.2 é calculada a Estação de Monitorização a instalar no hotel;
- Em 2.3 calcula-se o sistema de climatização a instalar nos quartos e nas salas;
- Em 2.4 é calculado o sistema de Produção de águas quentes sanitárias.

No primeiro caso relativamente ao servidor do SGT o algoritmo permite indicar os seguintes componentes a instalar e o respetivo preço: servidor Dell com rato e teclado, monitor *TFT 17*, *UPS 1500VA* com carta de rede, switch ethernet 16 portas gigabit, *software GTE* para servidor até 10 controladores, colocação em serviço/testes operacionais, páginas gráficas do edifício e por fim a programação de alarmes e respetivos históricos. Em relação ao segundo ponto a Estação de Monitorização o

sistema a dimensionar é constituído pelos seguintes componentes: servidor Dell com rato e teclado, monitor *TFT 22 wide*, impressora jato tinta a cores, *UPS Smart-UPS SC 450VA*, colocação em serviço /testes operacionais e bastidor informático. Relativamente á Climatização dos Quartos e Salas o sistema pode dividir-se em 4 sistemas auxiliares:

- **Controladores Gerais**

O sistema de controladores gerais é constituído por 3 dispositivos auxiliares sendo eles: *ECC-PFCU Controlador 6 EU/8 SD*, *EC-Smart-Sensor Termostato* com display e sondas de temperatura de água chegada.

- **Unidades de tratamento de AR (UTA'S)**

A unidade de tratamento de ar dispõe dos seguintes dispositivos auxiliares: módulo de controlo para a *UTA*, sensor de temperatura e humidade exterior, sonda de temperatura para a conduta, sonda de qualidade do ar para a conduta, sensor de temperatura e humidade interior, pressoestado diferencial para ar e servomotor para registo 10 Nm.

- **Controladores de zona Gateway**

O sistema de controladores de zona *Gateway* dispõe apenas de um *JACE 650* controlador de Zona.

Dentro desta secção a aplicação necessita ainda de um sistema de produção de água quente e fria para climatização. Este sistema é constituído pelos seguintes equipamentos: *JACE 240* controlador de zona, módulo de *16 EU/10SD/8SA* para *JACE*, sondas de temperatura de imersão/contacto, pressoestado diferencial *40-200 mbar*, colocação em serviço e testes operacionais, *Gateways* para integração de chillers, consola para monitorização e serviço de integração *chillers – MODBUS*.

Por fim para o dimensionamento do sistema de produção de águas quentes sanitárias serão necessárias as seguintes unidades: *JACE 240* Controlador de zona, *ECC-301* Modulo de 8 entradas/ 8 saídas, Sondas de temperatura e imersão/contacto, detetor de gás, pressoestado diferencial *40-200 mbar*, programação/colocação em serviço e páginas gráficas.

Todos estes equipamentos podem ser analisados na Figura 35.

2.1 2.2 2.3 2.4

↓ ↓ ↓ ↓

Servidor SGT Estação de Monitorização Climatização Quartos/Salas Produção AQS

EQUIPAMENTO	Nº UNIDADES	PREÇO €
Servidor Dell c/ Rato e Teclado	?	?
Monitor TFT 17	?	?
UPS 1500VA c/ carta de rede	?	?
Switch Ethernet 16 Porta Gigabit	?	?
Software GTE p/ Servidor até 10 Controladores	?	?
Colocação em serviço e testes operacionais	?	?
SUPERVISÃO E GESTÃO TÉCNICA		
Telas e Páginas gráficas do edifício	?	?
Programação de alarmes/históricos	?	?
TOTAL SERVIDOR SGT		
	?	? €

CALCULAR SERVIDOR

2.5

Figura 35: Equipamentos a instalar pelo sistema.

5.4.3. Análise dos dados obtidos (resultado do algoritmo)

Por fim na 3ª e última seção da página principal, encontram-se os resultados de todos os dados inseridos pelo cliente e tratados pela aplicação. É pretendido nesta área que o sistema gere os seguintes valores: Investimento total (€), Poupança mensal (€/Mês), Poupança anual (€/Ano), Gastos por quarto (€/Ano), Payback do sistema (Anos), Taxa de ocupação anual (%), Iluminação anual (Kwh) e a Climatização anual (Kwh).

Para gerar estes dados basta clicar sobre o botão de atualizar presente nesta terceira seção Figura 36. Apenas será possível observar estes valores caso todos os dados anteriormente descritos sejam corretamente inseridos. Caso algum dos dados relacionados com o cliente não tenha sido inserido o sistema não irá gerar o resultado, mostrando assim uma mensagem de aviso a informar que deverá inserir todos os dados corretamente.

[--- ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS ---]	
INVESTIMENTO TOTAL €	POUPANÇA MENSAL €/MÊS
?	?
GASTOS P/QUARTO €/ANO	POUPANÇA ANUAL €/ANO
?	?
PAYBACK DO SISTEMA ANOS	TAXA OCUPAÇÃO (%)
?	?
ILUMINAÇÃO ANUAL €	CLIMATIZAÇÃO ANUAL €
?	?

Figura 36: Resultados gerados pelo programa.

5.5. Menu de opções avançadas

O menu de opções avançadas da aplicação encontra-se localizado no canto inferior direito da página principal e é constituído por 5 opções distintas Figura 37. Estas organizam-se da seguinte forma: Manutenção, Relatório, Ajuda Local, Informação e por fim a opção de Sair. Para a execução de qualquer uma destas opções basta clicar sobre o botão associado a cada uma destas.

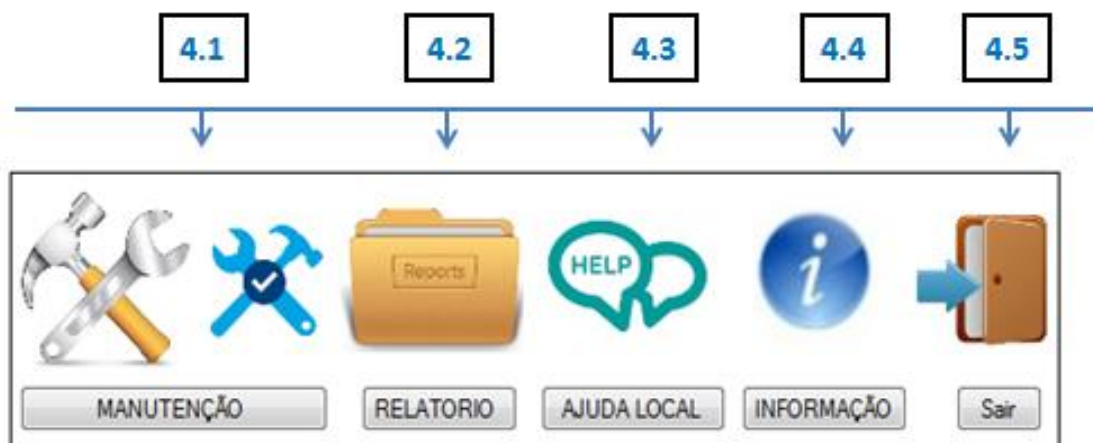


Figura 37: Menu de opções avançadas.

Nas seções seguintes irão ser descritas mais detalhadamente as opções avançadas.

- Manutenção

A área de manutenção permite ao utilizador alterar o valor das principais variáveis do sistema, alteração esta que vai desde o valor dos equipamentos até ao preço atual da energia elétrica em vigor. Ao clicar no botão da manutenção será exibida a página secundária da aplicação. No interior desta página o utilizador terá a liberdade para alterar todos os valores relacionados com os preços dos constituintes do sistema. Esta página poderá dividir-se em 3 áreas distintas:

- Alteração dos valores dos constituintes do SGT;
- Alteração do preço de energia;
- Atualização dos preços em vigor.

Na Figura 38 pode-se observar a página da manutenção. Mais à esquerda da página o utilizador pode alterar o valor dos preços dos componentes constituintes do sistema, para tal basta inserir o preço que pretende alterar e em seguida pressionar o botão de atualizar presente na sua frente. No caso do preço da energia, para a visualização do seu valor basta pressionar o símbolo da lâmpada e este automaticamente será exibido. Para alterar o seu valor o mecanismo é muito idêntico ao caso dos componentes, basta então inserir o valor que pretendemos e em seguida pressionar o botão de atualizar, o preço da energia automaticamente irá assumir o valor inserido. O utilizador poderá observar todas estas alterações na tabela que se encontra mais à direita da página. Para observar todos estes preços basta pressionar o botão de atualizar preços.

ALTERAR VALORES PARA CLIMATIZAÇÃO QUARTOS/SALAS

MATERIAS UTILIZADOS	PREÇO €	
ECC-PFCU Controlador 6 EU/8 SD		✓
EC-Smart-Sensor Termostato c/ Display		✓
Sondas de Temperatura Água Chegada		✓
Módulo de Controlo p/ UTA		✓
Sensor de Temperatura e Humidade Exterior		✓
Sonda de Temperatura p/ conduta		✓
Sonda de Qualidade do Ar p/ Conduta		✓
Sensor de Temperatura e Humidade Interior		✓
Pressoestato Diferencial p/ Ar		✓
Servomotor p/ Registo 10Nm		✓

CONTROLADORES DE ZONA/GATEWAY

JACE 650 Controlador de Zona		✓
------------------------------	--	---

PRODUÇÃO DE ÁGUA QUENTE E FRIA PARA CLIMATIZAÇÃO

JACE 240 Controlador de Zona		✓
Módulo de 16EU/10SD/8SA p/ JACE		✓
Sondas de Temperatura de Imersão		✓
Pressoestato Diferencial 40-200 mbar		✓
Colocação em serviço e teste operacionais		✓
Gateways p/ Integração de 2 Chillers		✓
Consola p/ Monitorização e Actuação Local		✓
Serviço de Integração Chillers - MODBUS		✓

PRODUÇÃO DE AQS

MATERIAS UTILIZADOS	PREÇO €	
JACE 240 Controlador de Zona		✓
ECC-301 Modulo de 8 Entradas / 8 Saldas		✓
Sondas de Temperatura de Imersão / Contacto		✓
Detector de Gás		✓
Pressoestato Diferencial 40-200 mbar		✓

PROGRAMAÇÃO E COLOCAÇÃO EM SERVIÇO

Programação, colocação em serviço e teste		✓
Paginas Gráficas		✓

PREÇO ATUAL ENERGIA

ALTERAR PREÇO ENERGIA (€/KW)

VOLTAR AO MENU ANTERIOR!

ATUALIZAR PREÇOS

Innovative Solutions for Greener Buildings

COMPONENTES A INSTALAR

COMPONENTES A INSTALAR	PREÇOS ATUAIS (UNI)
ECC-PFCU Controlador 6 EU/8 SD	
EC-Smart-Sensor Termostato c/ Display	
Sondas de Temperatura Água Chegada	
Módulo de Controlo p/ UTA	
Sensor de Temperatura e Humidade Exterior	
Sonda de Temperatura p/ conduta	
Sonda de Qualidade do Ar p/ Conduta	
Sensor de Temperatura e Humidade Interior	
Pressoestato Diferencial p/ Ar	
Servomotor p/ Registo 10Nm	
JACE 650 Controlador de Zona	
JACE 240 Controlador de Zona	
Módulo de 16EU/10SD/8SA p/ JACE	
Sondas de Temperatura de Imersão	
Pressoestato Diferencial 40-200 mbar	
Colocação em serviço e teste operacionais	
Gateways p/ Integração de 2 Chillers	
Consola p/ Monitorização e Actuação Local	
Serviço de Integração Chillers - MODBUS	
JACE 240 Controlador de Zona	
ECC-301 Modulo de 8 Entradas / 8 Saldas	
Sondas de Temperatura de Imersão / Contacto	
Detector de Gás	
Pressoestato Diferencial 40-200 mbar	
Programação, colocação em serviço e teste	
Paginas Gráficas	

Figura 38: Área de manutenção de variáveis.

É de salientar que sempre que o utilizador altere os valores nesta área de manutenção e volte à página principal terá que confirmar os valores alterados pressionando o botão de confirmação de alteração de valores, Figura 39.



Figura 39: Confirmação dos valores alterados.

- Relatório do cliente

Para o cliente ter uma noção do resultado gerado pelo programa tornou-se necessário o desenvolvimento de uma opção que permite ao utilizador gerar um relatório dos resultados otimizados pela aplicação. Estes valores têm como base o Consumo por quarto (€), Consumo de Climatização (€), Consumo de Iluminação (€), Poupança Mensal (€), Poupança Anual (€), Investimento total da aplicação (€) e Retorno do Investimento (Payback).

Para o utilizador poder gerar o relatório para o cliente basta pressionar a opção relatório e o sistema irá gerá-lo automaticamente. Na Figura 40 podem ser analisadas todas as variáveis do relatório criado.

The screenshot shows a Notepad window with the following content:

```

RELATÓRIO SGT_CHECK_DISTECH|23-05-2015 || 15:06:04 |

ANÁLISE ENERGÉTICA: DISTECH COMPANY HOTEL'S

ANÁLISE INICIAL
-----
Número Quartos          100
CONSUMO P/ QUARTO (€)   78,22
Climatização (€)       6.796,80
Iluminação (€)         1.024,62

POUPANÇAS ENERGÉTICAS
-----
Poupança Mensal(€)     1.631,55
Poupança Anual (€)    19.578,58

CUSTO DA INSTALAÇÃO
-----
Investimento (€)       65.685,00

RETORNO DO INVESTIMENTO
-----
Payback (Anos)        4

©, Distech Controls Inc.
2015. All rights reserved. Privacy Policy
  
```

Figura 40: Relatório de dados para o cliente.

- Ajuda local

Esta opção tem como principal objetivo esclarecer alguma dúvida que possa surgir ao utilizador quando este estiver a realizar uma simulação. Para tal basta clicar no botão

referenciado como “Ajuda local” e imediatamente em seguida abrirá um tutorial com a explicação de todas as funcionalidades da aplicação.

- Informação

Esta opção serve apenas como título informativo descrevendo os autores do programa realizado, a escola onde se realizou o projeto, a empresa e a respetiva versão do software.



Figura 41: Menu de informação da aplicação.

- Sair

Finalmente a opção “Sair” permite ao utilizador abandonar o programa quando este entender. Clicando sobre este botão o utilizador terá oportunidade de escolher se realmente deseja abandonar o programa.



Figura 42: Opção sair da aplicação.

6. Conclusões

Na presente secção referem-se as conclusões deste trabalho, as perspetivas de futuro desenvolvimento do sistema aqui proposto e ações de eficiência energética a ele associadas.

6.1. Conclusões do trabalho realizado

O trabalho desenvolvido na área de Sistemas de Gestão Técnica pretende ser um contributo para que Portugal reduza a importação de combustíveis fósseis, melhore a sua situação económica e desenvolva as suas capacidades em termos de utilização racional de energia. Contribui-se assim para o aumento da autonomia energética, uma redução das emissões de GEE e um contributo para o cumprimento das políticas de eficiência energética e ambientais. Em relação aos capítulos descritos ao longo do documento irá ser feita uma breve conclusão sobre cada um deles.

O capítulo 2 teve como objetivo o estudo e fundamentações teóricas, que permitiram ao autor adquirir os conhecimentos necessários para o desenvolvimento dos restantes processos. Foi feito um estudo geral do setor hoteleiro português bem como a diferente legislação aplicada.

No capítulo 3 foi feito o enquadramento da tecnologia no presente trabalho descrevendo onde se aplica e quais os serviços que oferece. Este capítulo foi bastante importante para dar a conhecer os Sistemas de Gestão Técnica e os equipamentos que instala.

No capítulo 4, com base nos consumos de energia referentes ao ano de 2013 foi possível fazer uma simulação energética e verificar o comportamento do edifício com e sem um SGT. Através dos diferentes cenários teóricos simulados foi possível ter uma noção de diferentes possibilidades de consumo. O cenário mais favorável de entre os quatro simulados foi o cenário 2 pois apresentou um retorno de investimento menor que qualquer um dos outros cenários.

Numa análise aos retornos do investimento pode-se verificar que estes no geral apresentam valores admissíveis, ou seja, um retorno de 4.2 anos o melhor caso obtido. É um retorno interessante pois ao fim deste tempo o cliente irá iniciar a obtenção dos lucros. Nos restantes casos o retorno do investimento apresenta valores mais elevados,

esta situação deve-se ao fato da tecnologia *Distech Controls* ainda ser considerada uma tecnologia relativamente recente os seus equipamentos apresentam valores um pouco elevados fazendo com que a instalação seja mais dispendiosa. Se a instalação fosse efetuada presentemente o investimento inicial seria menor e conseqüentemente um menor retorno do investimento.

Contudo olhando para o caso de estudo do hotel são notórias as poupanças com a instalação de um SGT. Os custos iniciais de instalação podem ser elevados mas a médio prazo é possível obter reduções bastante satisfatórias.

O capítulo 5 partilha grande parte dos dados do capítulo 4, ou seja, através de todos os dados e resultados obtidos foi construída uma aplicação para a empresa domebus. Para a conceção desta aplicação foi necessária uma análise dos dados com rigor, garantindo o máximo de coerência nos cálculos que foram feitos de forma a tornar a aplicação o mais real possível.

A implementação da aplicação desenvolvida na empresa irá contribuir para uma maior eficácia e rapidez no dimensionamento e faturação de um SGT. Inicialmente não foi fácil a interpretação dos dados e definir de que forma se empregavam a uma aplicação.

Contudo, fazendo um balanço final de todo o trabalho desenvolvido pode-se salientar que os objetivos pretendidos foram concluídos com sucesso.

6.2. Melhorias e propostas futuras

Através de toda a instalação efetuada equipou-se o edifício com um sistema que permite a gestão e monitorização de todos os equipamentos associados ao SGT, permitindo uma melhor análise dos gastos de energia do mesmo. Como visto anteriormente este setor é o principal consumidor de energia, foi uma mais valia instalar todos estes sistemas e poder acompanhar o evoluir do mesmo em relação à faturação energética. Contudo podem ser inculidas algumas medidas de possíveis poupanças futuras no hotel. As medidas de melhorias energéticas enumeram-se da seguinte forma:

- Incentivo para desligar o material informático da ficha, ou utilizar tomadas com interruptor ON/OFF para o efeito. Assim podem-se evitar os consumos pelo *Standby* do equipamento, embora sendo reduzidos é considerado um consumo desnecessário;

- Incentivar os hóspedes para não ligar lâmpadas desnecessariamente;
- Relativamente à iluminação e respetiva faturação energética seria aconselhável trocar os balastros ferromagnéticos das lâmpadas fluorescentes por balastros eletrónicos;
- Utilizar reguladores de fluxo na iluminação das salas nas áreas do hotel com maiores dimensões: Piso -1 Salas de reuniões, Piso 0, Capela, Sala de estudo do Seminário e sala polivalente;
- Instalação de contactos magnéticos nas janelas que permitam parar automaticamente a climatização quando esta é aberta;
- Instalação de um sistema de controlo de iluminação por presença de forma a ter um melhor aproveitamento da iluminação natural;
- Automatizar as zonas de circulação interiores e exteriores com detetores de movimento com tecnologia por infravermelhos, permitindo a sua atuação automática em caso de ausência de luz natural.

Referências

- [1] – Ambiente Portugal, Protocolo de Quioto, <http://www.apambiente.pt/>, [acedido em 20 fevereiro 2015].
- [2] – Diretiva Parlamento Europeu, 2010. *Desempenho energético dos edifícios*, <http://eurlex.europa.eu>, [acedido em 13 outubro 2014].
- [3] – DL 118, 2013. Decreto de Lei n.º 118 de 20 de agosto de 2013, 1º série - Sistema de Certificação Energética. *Diário da República, n.º 159, Série I de 20 de agosto de 2013*.
- [4] – DL 79, 2006. Decreto-lei n.º 79 de 4 Abril 2006. *Regulamento Energético RSECE, Diário da República - I série*.
- [5] - Decreto-Lei n.º 80/2006 - Regulamento das Características de Comportamentos Térmicos dos Edifícios (RCCTE). 2006.
- [6] – Renato Nunes, *Apontamentos da Unidade Curricular Edifícios Inteligentes e Domótica*, [Acedido em 7 março 2015].
- [7] – Chose, 2001. *Energy Savings by Combined Heat Cooling and Power Plants (CHCP) in the Hotel Sector*.
- [8] – UE, 2014. *Um quadro político para o clima e a energia no período de 2020 a 2030*, s.l.: União Europeia.
- [9] – DGEG, 2014. *Estratégia Nacional para a Renovação de Edifícios*, PORTUGAL: Direção Geral de Energia e Geologia.
- [10] – <https://www.ine.pt>, [Acedido em 10 outubro 2014].
- [11] – Turismo de Portugal, 2012. *Caraterização dos principais grupos hoteleiros portugueses*, [acedido em 20 setembro 2014].
- [12] – Pordata, Consumo de energia em Portugal, <http://www.pordata.pt>, [acedido em 20 fevereiro 2015].
- [13] - DL 118, 2013. Decreto-lei n.º 118 de 20 Agosto 2013. Regulamento de desempenho Energético dos edifícios de habitação REH, Portaria e Despachos.
- [14] – Seminário - Domebus, 2013. *Gestão Técnica de Edifícios*, 4 de Abril de 2013.
- [15] – Distech Controls, 2014. [Online] Available at: <http://www.distech-controls.com/>, [acedido em 10 Abril 2014].
- [16] – Domebus, 2015. <http://www.domebus.com/>, 10 de fevereiro de 2015.

[17] – Domebus, 2013. <http://beatonuno.no-ip.org:88/ord?station:/slot:/Inicio>, [acedido em 5 março 2014].

[18] – Beato Nuno, 2014. <http://www.casasaonuno.com>, [Acedido em 10 março 2014].

[19] – Michael Halvorson, 2010. *Microsoft Visual Basic 2010, Step by Step*, [Acedido em 5 agosto 2014].

[20] – ISEP, 2001. *Microsoft Visual Basic, Sebenta Teórica*, [Acedido em 10 novembro 2014].

[21] – <https://www.youtube.com/watch?v=bemepsZiBgM>, [Acedido em 5 setembro 2014].

[22] – <https://www.youtube.com/watch?v=WCXHME6OMQc>, [Acedido em 5 setembro 2014].

Anexos

Anexo 1 – Plataforma online dos consumos do hotel em tempo real



Figura 43: Plataforma online dos consumos reais do hotel.

Anexo 2 – Página principal da aplicação desenvolvida

SGT_CHECK_DISTECH

Área Cliente

Nome do Hotel

№ de Quartos **Horas Func**

Part. Limpadas. Quartos (M)

Potência Mensal Chillers (Kwh)
(CLIMATIZAÇÃO)

Janeiro	Fevereiro	Março
Abril	Maior	Junho
Julho	Agosto	Setembro
Outubro	Novembro	Dezembro

Potências Anuais de Consumo (Kwh)

POTENCIA CLIMA (Kwh) **POTENCIA CLIMA**

TOTAL ILUMINAÇÃO (Kwh) **POTENCIA ILUMINA**

Equipamento
№ UNIDADES
PREÇO €

Servidor Dell c/ Rato e Teclado	?	?
Monitor TFT 17	?	?
UPS 1500VA c/ carta de rede	?	?
Switch Ethernet 16 Porta Gigabit	?	?
Software GTE p/ Servidor até 10 Controladores	?	?
Colocação em serviço e testes operacionais	?	?

SUPERVISÃO E GESTÃO TÉCNICA

Telas e Páginas gráficas do edifício ? ?

Programação de alarmes/históricos ? ?

TOTAL SERVIDOR SGT ? ? €

CALCULAR SERVIDOR

15:23:58
05-23-2015

[ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS]

INVESTIMENTO TOTAL €	?	POUPANÇA MENSAL €/MES	?
GASTOS P/ QUARTO €/ANO	?	POUPANÇA ANUAL €/ANO	?
PAYBACK DO SISTEMA ANOS	?	TAXA OCUPAÇÃO (%)	?
ILUMINAÇÃO ANUAL €	?	CLIMATIZAÇÃO ANUAL €	?

MANUTENÇÃO

RELATORIO

AJUDA LOCAL

INFORMAÇÃO

Sair

Figura 44: Página principal da aplicação desenvolvida.

Anexo 3 – Taxas de ocupação

A tabela que se segue pretende mostra o método de cálculo das taxas de ocupação do hotel. Como exemplo apresentam-se as ocupações do quarto 001 do piso 0. Para todos os outros quartos dos diferentes pisos a metodologia de análise foi semelhante.

Quarto 001		Ocupação												
Dias Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
1	1													
2	1													
3	1													
4	1													
5	1													
6	1													
7	1													
8	1													
9	1													
10	1													
11	1													
12	1													
13	1													
14	1													
15	1													
16	1													
17	1													
18	1													
19	1													
20	1													
21	1													
22	1													
23	1													
24	1													
25	1													
26	1													
27	1													
28	1													
29	1													
30	1													
31	1													
Ocupação	11	6	7	4	6	7	4	7	14	15	8	1		
	35,48%	19,35%	22,58%	12,90%	19,35%	22,58%	12,90%	22,58%	45,16%	48,39%	25,81%	3,23%		

Figura 45: Metodologia de análise das taxas de ocupação do hotel.

Anexo 4 – Exemplo (Simulação na aplicação)

O processo inicia com a introdução dos dados relevantes ao hotel. Os dados apresentados pelo cliente podem ser analisados em seguida.

- **1º Disponibilização dos dados por parte do cliente:**

Nome do Hotel: American Classic Hotel

Número de quartos: 120

Horas de funcionamento: 6

Potência para iluminação quartos: 150 w

Potência Mensal dos Chiller's: 6000 kwh/mês

- **2º Inserção dos dados no programa:**

Estes dados acima mencionados serão os únicos dados disponibilizados pelo cliente e usados pelo utilizador do programa. Após a inserção dos dados no programa o utilizador poderá saber automaticamente qual a potência de consumo em termos de aquecimentos, arrefecimentos e iluminação. Estes dados são disponibilizados quando o utilizador pressionar o botão de “POTENCIA CLIMA” no caso do cálculo da potência gasta para climatização. Para efetuar o cálculo da potência gasta em iluminação basta pressionar o botão que se intitula por “POTENCIA ILUMINA”.

The screenshot shows the 'Area Cliente' interface with the following sections:

- Area Cliente** (header with logo)
- Nome do Hotel**: DISTECH COMPANY HOTEL'S @
- Nº de Quartos**: 120
- Horas. Func**: 6
- Pot. Lâmpadas. Quartos (W)**: 150
- Potência Mensal Chillers (Kwh) (CLIMATIZAÇÃO)**: A 4x3 grid of input fields, all containing the value 6000.
- Potências Anuais de Consumo (Kwh)**:
 - POTÊNCIA CLIMA (Kwh)**: 72000 (with a 'POTENCIA CLIMA' button)
 - TOTAL ILUMINAÇÃO (Kwh)**: 5582 (with a 'POTENCIA ILUMINA' button)

Figura 46: Exemplo de cálculo na área do cliente.

O próximo passo está relacionado com o cálculo e otimização de preços e quantidades a instalar pela Domebus mediante os dados que o utilizador forneceu. Este cálculo irá ser efetuado para o Servidor do SGT, Estação de Monitorização, Climatização Quartos/Salas e Produção de AQS.

- **3º Cálculo do Servidor SGT:**

Para calcular o Servidor SGT basta clicar sobre o botão “CALCULAR SERVIDOR” e os dados serão disponibilizados imediatamente. Estes valores poderão ser analisados na figura que se segue.

Servidor SGT			
Estação de Monitorização			
Climatização Quartos/Salas			
Produção AQS			
EQUIPAMENTO	Nº UNIDADES	PREÇO €	
Servidor Dell c/ Rato e Teclado	1	865	
Monitor TFT 17	1	185	
UPS 1500VA c/ carta de rede	1	450	
Switch Ethernet 16 Porta Gigabit	1	195	
Software GTE p/ Servidor até 10 Controladores	1	1622	
Colocação em serviço e testes operacionais	1	295	
SUPERVISÃO E GESTÃO TÉCNICA			
Telas e Páginas gráficas do edificio	1	10000	
Programação de alames/históricos	1	1300	
TOTAL SERVIDOR SGT	8	14912 €	

Figura 47: Exemplo de cálculo do Servidor SGT.

- **4º Cálculo da Estação de Monitorização:**

Servidor SGT			
Estação de Monitorização			
Climatização Quartos/Salas			
Produção AQS			
EQUIPAMENTO	Nº UNIDADES	PREÇO	€
Servidor Dell c/ Rato e Teclado	1	618	
Monitor TFT 22" Wide	1	185	
Impressora Jacto de Tinta a Cores	1	100	
UPS Smart-UPS SC 450VA	1	250	
Colocação em serviço e teste operacionais	1	360	
Bastidor Informatico	1	1040	
TOTAL ESTAÇÃO MONITORIZAÇÃO		6	2553 €

Figura 48: Exemplo de cálculo da Estação de Monitorização.

- 5º Cálculo da Climatização Quartos/Salas:

Servidor SGT		Estação de Monitorização		Climatização Quartos/Salas		Produção AQS	
EQUIPAMENTO		Nº UNIDADES		PREÇO		€	
ECC-PFCU Controlador 6 EU/8 SD		140		27440			
EC-Smart-Sensor Termostato c/ Display		140		8260			
Sondas de Temperatura Água Chegada		140		980			
UNIDADES DE TRATAMENTO DE AR (UTA'S)							
Módulo de Controlo p/ UTA		4		2100			
Sonda de Temperatura p/ conduta		17		255			
Sonda de Qualidade do Ar p/ Conduta		4		936			
Sensor de Temperatura e Humidade Interior		4		572			
Pressoestato Diferencial p/ Ar		38		798			
Servomotor p/ Registo 10Nm		23		4094			
CONTROLADORES DE ZONA/GATEWAY							
JACE 650 Controlador de Zona		2		5272			
PRODUÇÃO DE ÁGUA QUENTE E FRIA PARA CLIMATIZAÇÃO							
JACE 240 Controlador de Zona		1		1740			
Módulo de 16EU/10SD/8SA p/ JACE		1		375			
Sondas de Temperatura de Imersão / Contacto		6		66			
Pressoestato Diferencial 40-200 mbar		4		620			
Colocação em serviço e teste operacionais		1		520			
Gateways p/ Integração de 2 Chillers		1		985			
Consola p/ Monitorização e Actuação Local		1		404			
Serviço de Integração Chillers - MODBUS		1		780			
TOTAL CLIMATIZAÇÃO QUARTOS/SALA		528		56197		€	

CALCULAR CLIMATIZAÇÃO

Figura 49: Exemplo de cálculo da Climatização de quarto/salas.

- **6º Produção AQS:**

Servidor SGT			Estação de Monitorização			Climatização Quartos/Salas			Produção AQS		
EQUIPAMENTO			Nº UNIDADES			PREÇO €					
JACE 240 Controlador de Zona			1			1737					
ECC-301 Modulo de 8 Entradas / 8 Saldas			4			1056					
Sondas de Temperatura de Imersão / Contacto			11			121					
Detector de Gás			1			130					
Pressoestado Diferencial 40-200 mbar			5			775					
PROGRAMAÇÃO E COLOCAÇÃO EM SERVIÇO											
Programação, colocação em serviço e teste			1			1040					
Paginas Gráficas			1			780					
TOTAL PRODUÇÃO AQS			24			5639 €					

Figura 50: Exemplo de cálculo para Produção de AQS.

- 7º Resultados gerados pelo programa:

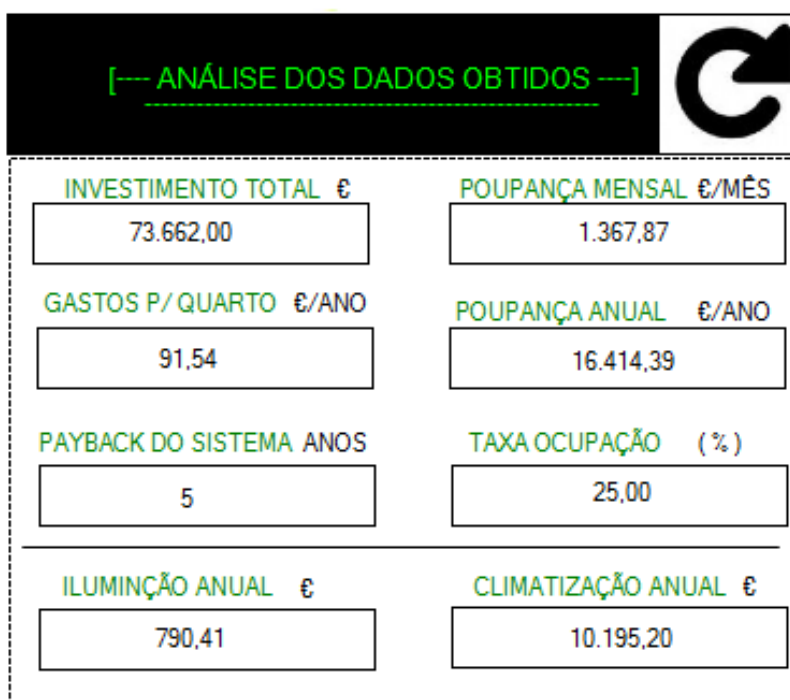


Figura 51: Exemplo de Resultados gerados pela aplicação.

- 8º Imprimir o relatório com os dados obtidos:

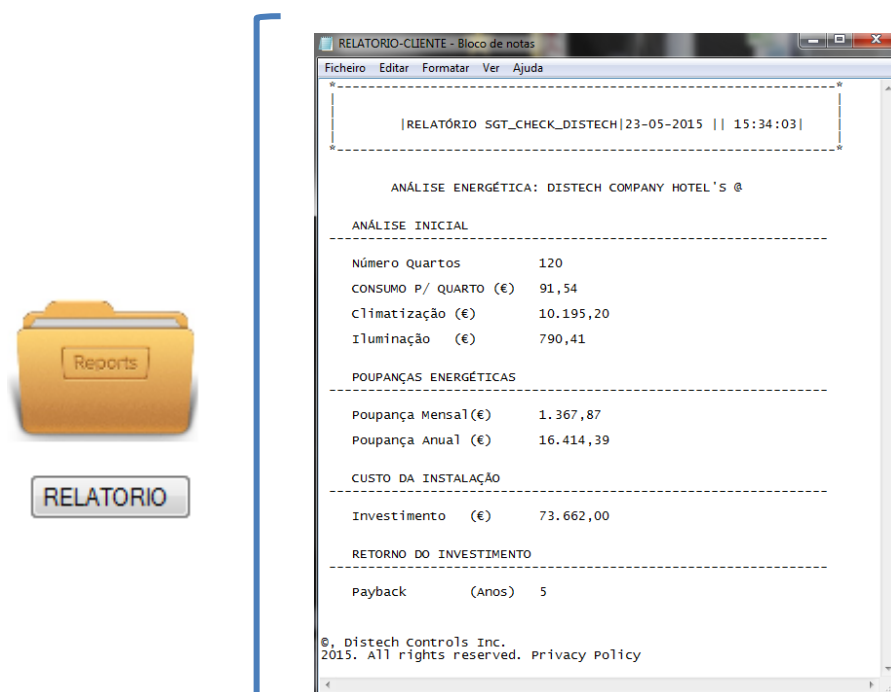


Figura 52: Exemplo de Relatório para o cliente.

O relatório será gerado automaticamente e disponibilizado no Ambiente de trabalho do utilizador.

- **9º Sair do programa:**

Após todo o processo de otimização estar concluído o utilizador poderá abandonar a aplicação através do botão sair.

Anexo 5 – Cálculo retorno do investimento (Cenário 1 e Cenário 2)

ANÁLISE DO CENÁRIO 2		ANÁLISE DO CENÁRIO 1	
POUPANÇAS OBTIDAS		POUPANÇAS OBTIDAS	
ILUMINAÇÃO	CLIMATIZAÇÃO	ILUMINAÇÃO	CLIMATIZAÇÃO
7.263,47 €	23.493,56 €	2.730,99 €	16.167,35 €
RETORNO DO INVESTIMENTO		RETORNO DO INVESTIMENTO	
INV. INICIAL	PAYBACK	INV. INICIAL	PAYBACK
127.988,95 €	4,2 ANOS	127.988,95 €	6,8 ANOS
POUPANÇAS ANUAIS DO SISTEMA		POUPANÇAS ANUAIS DO SISTEMA	
Ao fim de 1 ANO	30.757,03 €	Ao fim de 1 ANO	18.898,34 €
Ao fim de 2 ANO	61.514,06 €	Ao fim de 2 ANO	37.796,68 €
Ao fim de 3 ANO	92.271,08 €	Ao fim de 3 ANO	56.695,01 €
Ao fim de 4 ANO	123.028,11 €	Ao fim de 4 ANO	75.593,35 €
Ao fim de 4,2 ANO	129.179,52 €	Ao fim de 5 ANO	94.491,69 €
		Ao fim de 6 ANO	113.390,03 €
		Ao fim de 6,8 ANO	128.508,70 €
POUPANÇA MENSAL DO SISTEMA		POUPANÇA MENSAL DO SISTEMA	
POUPANÇA MÊS	2.563,09 €	POUPANÇA MÊS	1.574,86 €

Figura 53: Retorno do investimento para o Cenário 1 e 2.

Anexo 6 – Cálculo retorno do investimento (Cenário 3 e Cenário 4)

ANÁLISE DO CENÁRIO 4		ANÁLISE DO CENÁRIO 3	
POUPANÇAS OBTIDAS		POUPANÇAS OBTIDAS	
ILUMINAÇÃO	CLIMATIZAÇÃO	ILUMINAÇÃO	CLIMATIZAÇÃO
4.997,23 €	8.841,14 €	6.798,72 €	1.514,93 €
RETORNO DO INVESTIMENTO	PAYBACK	RETORNO DO INVESTIMENTO	PAYBACK
127.988,95 €	9,3 ANOS	127.988,95 €	INVALIDO
POUPANÇAS ANUAIS DO SISTEMA	POUPANÇA MENSAL DO SISTEMA	POUPANÇAS ANUAIS DO SISTEMA	POUPANÇA MENSAL DO SISTEMA
Ao fim de 1 ANO	13.838,37 €	Ao fim de 1 ANO	8.313,65 €
Ao fim de 2 ANO	27.676,74 €	Ao fim de 2 ANO	16.627,30 €
Ao fim de 3 ANO	41.515,10 €	Ao fim de 3 ANO	24.940,96 €
Ao fim de 4 ANO	55.353,47 €	Ao fim de 4 ANO	33.254,61 €
Ao fim de 5 ANO	69.191,84 €	Ao fim de 4,2 ANO	34.917,34 €
Ao fim de 6 ANO	83.030,21 €		
Ao fim de 7 ANO	96.868,57 €		
Ao fim de 8 ANO	110.706,94 €		
Ao fim de 9 ANO	124.545,31 €		
Ao fim de 9,3 ANO	128.696,82 €		

Figura 54: Retorno do investimento para o Cenário 3 e 4.