

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



**CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA DE UM EDIFÍCIO DE
SERVIÇOS AO ABRIGO DO NOVO REGULAMENTO -
CASO PRÁTICO DE UM HIPERMERCADO**

Cláudia Rocha de Abreu

VERSÃO PROVISÓRIA

Dissertação realizada no âmbito do
Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores
Major Energia
Orientador: Professor Doutor António Carlos Sepúlveda Machado e Moura
Coorientador: Engenheiro Fernando Ramos

30/06/2014

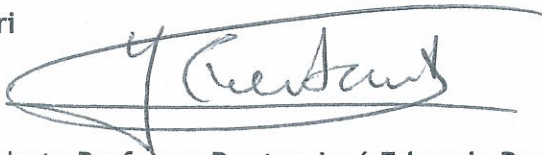
© Cláudia Rocha de Abreu, 2014

A Dissertação intitulada

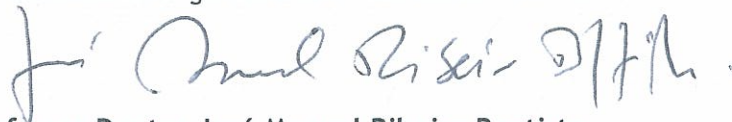
**“Certificação Energética de um Edifício de Serviços ao Abrigo do novo
Regulamento- Caso prático de um Hipermercado”**

foi aprovada em provas realizadas em 14-07-2014

o júri



Presidente **Professor Doutor José Eduardo Roque Neves dos Santos**
Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores
da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



Professor Doutor José Manuel Ribeiro Baptista
Professor Auxiliar do Departamento de Engenharias da Universidade de Trás-os-
Montes e Alto Douro



Professor Doutor António Carlos Sepúlveda Machado e Moura
Professor Catedrático do Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de
Computadores da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

O autor declara que a presente dissertação (ou relatório de projeto) é da sua exclusiva autoria e foi escrita sem qualquer apoio externo não explicitamente autorizado. Os resultados, ideias, parágrafos, ou outros extratos tomados de ou inspirados em trabalhos de outros autores, e demais referências bibliográficas usadas, são corretamente citados.



Autor - Cláudia Rocha de Abreu

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Resumo

Usar a energia otimizando o custo e reduzindo os prejuízos para o meio ambiente é o objetivo de todos nós, quer a nível individual, quer a nível coletivo. Com foco nesse objetivo têm-se desenvolvido diversos estudos em torno da eficiência energética, que visam otimizar os equipamentos e respetivas condições de funcionamento.

Um dos maiores consumidores de energia em Portugal é o setor de serviços. Dentro deste setor, as lojas de retalho assumem um papel importante, sendo o seu consumo essencialmente de energia elétrica.

Neste trabalho é analisado ao pormenor uma tipologia de edifícios reconhecida no Sistema Nacional de Certificação Energética de Edifícios, os hipermercados. Pretende-se fazer uma análise da eficiência energética de um hipermercado do grupo *Auchan*® em Portugal, ao abrigo do Sistema de Certificação Energética vertido no Decreto de Lei 118/2013, e avaliar as possíveis medidas de melhoria a implementar.

Inicialmente será feita uma análise ao novo processo de certificação energética nos edifícios de serviços, desenvolvendo uma ferramenta de cálculo para o novo regulamento, de modo que seja possível representar e caracterizar o edifício através do software *DesignBuilder*®. Através desta aplicação será possível realizar as simulações necessárias para determinar a respetiva classe energética.

Por fim teremos um conjunto de medidas e investimentos possíveis que ajudarão na utilização racional da energia a fim de alcançar um aumento da eficiência energética, não só neste edifício mas também nos que quiserem seguir este desafio para a sustentabilidade.

Palavras Chave: Eficiência Energética, RECS, SCE, Edifícios de Serviço

Abstract

Several studies have been developed in energy efficiency area with the goal of minimize the environmental impact due to bad energy management, with the optimization of both equipment and functions. The service sector is a major energy consumer in Portugal, especially electricity, where the megastores have an important role

This work analyses with detail a type of building recognized in the national system of building energy certification (the supermarkets). The energy efficiency of a supermarket of the Auchan® group in Portugal is evaluated; according to the energy certification system covered by law decree 118/2013, and assesses the possible improvement implementation measures.

This analysis will be made according to the new process of energy certification in service buildings, with the development of a calculus tool for the new regulation. So, it will be possible to represent and characterize the building through the DesignBuilder® software.

In the end it will be possible to obtain a set of measures and possible investments that will enable a more efficient use of energy in this building. However the developed tool allows the same analysis for any type of service buildings.

Keywords: *Energy Efficiency, RECS, SCE, Service Buildings*

Agradecimentos

Aos meus familiares, em especial à minha irmã e aos meus pais que sempre me apoiaram e sempre fizeram de tudo para que eu tivesse o futuro que sempre desejei.

Ao Prof. Dr. António Machado e Moura, pelo seu apoio, dedicação e simpatia demonstrada durante o meu percurso académico, em especial neste último semestre.

À Manvia pelo apoio à realização deste trabalho, cedendo toda a informação, apoio e ajuda que necessitava.

Ao Engenheiro Fernando Ramos pela sua disponibilidade, simpatia e apoio durante todo o trabalho.

Ao Engenheiro João Matos pelos seus esclarecimentos, por todo o apoio e disponibilidade. A sua ajuda foi fundamental para a realização deste trabalho.

Aos meus amigos que estiveram sempre presentes ao longo destes anos, que me proporcionaram bons momentos, dentro e fora da Faculdade, um obrigado.

Um especial agradecimento ao Filipe Pereira pelo seu apoio incondicional e paciência infinita.

"The world must learn to work together, or finally it will not work at all."

Dwight Eisenhower

Índice

| | |
|--|-----------|
| Resumo | i |
| Abstract..... | iii |
| Agradecimentos | v |
| Índice..... | ix |
| Lista de figuras | xii |
| Lista de tabelas | xv |
| Abreviaturas e Símbolos | xvii |
| Capítulo 1..... | 1 |
| Introdução..... | 1 |
| 1.1 - Objetivos..... | 1 |
| 1.2 - Descrição geral da dissertação | 2 |
| Capítulo 2..... | 3 |
| Enquadramento Energético | 3 |
| 2.1 - Panorama Energético Mundial..... | 3 |
| 2.1.1- Evolução do Consumo | 4 |
| 2.1.2- Sustentabilidade ambiental | 6 |
| 2.2 - Enquadramento nacional no setor energético..... | 11 |
| 2.2.1- A estratégia para a energia | 11 |
| 2.2.2- Evolução do processo legislativo em Portugal | 13 |
| 2.2.3- Alterações efetuadas - Decreto-Lei 118/2013 | 16 |
| Capítulo 3..... | 21 |
| Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviço (RECS) | 21 |
| 3.1 - Objeto de Certificação Energética | 21 |
| 3.2 - Enquadramento legal - requisitos mínimos | 22 |
| 3.2.1- Edifícios Novos e Grandes Intervenções..... | 24 |
| 3.2.2- Edifícios Existentes | 31 |

| | |
|---|------------|
| 3.2.3- Metodologias de Cálculo - IEE | 32 |
| 3.2.4 Determinação da Classe Energética | 38 |
| 3.2.5 Manutenção | 39 |
| Capítulo 4..... | 43 |
| Ferramenta de Apoio à Certificação Energética em Edifícios de Serviço | 43 |
| 4.1 - Funcionamento Geral e Regras Transversais | 43 |
| 4.2 - Definição dos valores Previstos e de Referência..... | 47 |
| 4.2.1- Folha 1 - Características do Edifício | 47 |
| 4.2.2- Folha 2 - Zona Climática..... | 48 |
| 4.2.3- Folha 3 - Perfil de Ocupação..... | 50 |
| 4.2.4- Folha 4 - Envolvente Térmica..... | 50 |
| 4.2.5- Folha 5 - Iluminação..... | 53 |
| 4.2.6- Folha 6 - Águas Quentes e Sanitárias..... | 55 |
| 4.2.7- Folha 7 - Climatização | 55 |
| 4.2.8- Folha 8 - Ventilação | 56 |
| 4.2.9- Folha 9 - Outros Equipamentos..... | 57 |
| 4.2.10 - Folha 10 - Energias Renováveis..... | 58 |
| 4.3 - Auditoria | 58 |
| 4.4 - Simulação Multizona e Certificação Energética..... | 60 |
| 4.5 - Medidas de Melhoria | 61 |
| 4.6 - Recolha de Dados Finais..... | 61 |
| Capítulo 5..... | 63 |
| Caso de Estudo - Hipermercado | 63 |
| 5.1 - Identificação e Caracterização do Edifício | 63 |
| 5.1.1- Descrição Geral | 63 |
| 5.2 - Cálculo de Valores Previstos e de Referência | 67 |
| 5.2.1- Zona Climática | 67 |
| 5.2.2- Envolvente Térmica | 68 |
| 5.2.3- Perfil de Ocupação | 69 |
| 5.2.4- Iluminação | 70 |
| 5.2.5- Águas Quentes Sanitárias..... | 72 |
| 5.2.6- Climatização..... | 72 |
| 5.2.7- Ventilação..... | 76 |
| 5.2.8- Outros Equipamentos..... | 78 |
| 5.3 - Auditoria | 78 |
| 5.3.1- Faturação..... | 79 |
| 5.3.2- Consumos Medidos | 80 |
| 5.4 - Simulação | 83 |
| 5.4.1- Simulação | 83 |
| 5.5 - Certificação Energética | 87 |
| 5.5.1- Validação do Modelo de Simulação | 87 |
| 5.5.2- Rácio da Eficiência Energética | 91 |
| 5.6 - Plano de Melhorias | 92 |
| 5.6.1- Medidas | 92 |
| Capítulo 6..... | 101 |
| Conclusões e Planos Futuros | 101 |
| 6.1 - Processo de Certificação..... | 102 |
| 6.2 Perspetiva de Trabalhos Futuros | 103 |

| | |
|--|------------|
| Referências..... | 106 |
| Anexos | 109 |
| Anexo A..... | 109 |
| A.1 Tabela com os municípios e respetiva unidade territorial pertencente. | 109 |
| A.2 - Tabelas do RECS para a climatização..... | 111 |
| A.3 - Tabelas do RECS para águas quentes e sanitárias..... | 112 |
| A.4 - Tabelas do RECS para a envolvente..... | 114 |
| A.2 - Tabelas do RECS para a ventilação | 114 |
| Anexo B..... | 116 |

Lista de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 2.1 - Fases do processo de transformação de energia primária em energia útil..... | 3 |
| Figura 2.2 - Estimativas da ONU da população mundial | 4 |
| Figura 2.3 - Consumos per capita 2012 | 5 |
| Figura 2.4 - Consumo mundial 2012[1]..... | 6 |
| Figura 2.5 - Consumo mundial 2012[1]..... | 6 |
| Figura 2.6 - Primeira fotografia da Terra[8] | 7 |
| Figura 2.7 - Signatários do Protocolo de Quioto em 2005[11] | 10 |
| Figura 2.8 - Metas europeias e nacionais a nível energético..... | 12 |
| Figura 2.9 - Evolução legislativa no âmbito dos edifícios em Portugal..... | 13 |
| Figura 2.10 - Diferenças na constituição das legislações | 18 |
| Figura 2.11 -Diferentes áreas de atuação das legislações | 18 |
| Figura 3.1 - Exemplo de um edifício com diferentes frações climatizadas..... | 21 |
| Figura 3.2 - Imagem explicativa das soluções reais e das soluções de referência | 23 |
| Figura 3.3 - Pilares da gestão de energia..... | 39 |
| Figura 4.1 - Interface da ferramenta criada com exemplo de um hotel..... | 45 |
| Figura 4.2 - Destaque na imagem interface da ferramenta..... | 46 |
| Figura 4.3 - Destaque Auditoria no interface da ferramenta | 46 |
| Figura 4.4 - Destaque simulação multizona e classe energética no interface da ferramenta . | 46 |
| Figura 4.5 - Destaque estudo de medidas de melhoria no interface da ferramenta..... | 47 |
| Figura 4.6 - Folha1 Caraterísticas do edifício..... | 48 |
| Figura 4.7 - Tabela de densidade média de ocupação da folha 1 | 48 |
| Figura 4.8 - Zonas climáticas de Inverno e de Verão respetivamente | 49 |

| | |
|---|----|
| Figura 4.9 - Folha 2 Zona exemplo de zona climática..... | 50 |
| Figura 4.10 - Exemplo do perfil de ocupação..... | 51 |
| Figura 4.11 - Exemplo da página da envolvente térmica..... | 54 |
| Figura 4.12 - Exemplo da página da envolvente opaca..... | 54 |
| Figura 4.13 - Tipos de lâmpadas existentes..... | 55 |
| Figura 4.14 - Exemplo da folha da iluminação..... | 55 |
| Figura 4.15 - Exemplo do cálculo de águas quentes e sanitárias..... | 56 |
| Figura 4.16 - Exemplo da folha da Ventilação..... | 58 |
| Figura 4.17 - Exemplo da folha outros equipamentos..... | 59 |
| Figura 4.18 - Exemplo da folha de energias renováveis..... | 59 |
| Figura 4.19 - Exemplo de utilização da página de faturação..... | 60 |
| Figura 4.20 - Exemplo de utilização da página da auditoria..... | 60 |
| Figura 4.21- Exemplo da folha da validação da simulação e cálculo da classe energética 1/2..... | 62 |
| Figura 4.21 - Exemplo da folha de validação da simulação e cálculo da classe energética 2/2..... | 62 |
| Figura 5.1 - Localização geográfica do edifício..... | 64 |
| Figura 5.2 - Planta piso 0 com zonas adjacentes a vermelho..... | 65 |
| Figura 5.3 - Planta piso 1 com zonas adjacentes a vermelho..... | 66 |
| Figura 5.4- Áreas das zonas em análise..... | 68 |
| Figura 5.5 - Distância do edifício ao mar..... | 69 |
| Figura 5.6 - Tipos de lâmpadas existentes no hipermercado..... | 72 |
| Figura 5.7 - Desagregação da iluminação..... | 72 |
| Figura 5.8 - Termoacumulador..... | 74 |
| Figura 5.9 - Climatização Jumbo de Cascais..... | 74 |
| Figura 5.10 - Chiller..... | 75 |
| Figura 5.11 - Split unidade exterior..... | 75 |
| Figura 5.12 - Split unidade interior..... | 75 |
| Figura 5.13 - Split unidade interior, verificação de filtros..... | 76 |
| Figura 5.14 - Chiller..... | 77 |
| Figura 5.15 - Split..... | 78 |

| | |
|---|----|
| Figura 5.16 - Analisador de redes trifásico..... | 80 |
| Figura 5.17 - Consumo elétrico dos últimos dois anos | 81 |
| Figura 5.18 - Consumo anual do gás (2013) | 82 |
| Figura 5.19 - Consumos parciais totais de 2013 | 82 |
| Figura 5.20 - Evolução do ar condicionado da loja em 2013 | 83 |
| Figura 5.21 - Consumos desagregados semanais | 83 |
| Figura 5.22 - Consumo diário do ar condicionado na loja | 84 |
| Figura 5.23 - Painel de Navegação do DesignBuilder | 85 |
| Figura 5.24 - Aba construção do DesigBuilder | 86 |
| Figura 5.25 - Aba de atividade geral do DesignBuilder..... | 87 |
| Figura 5.27 - Evolução ao longo do ano dos consumos previstos pela simulação e dos consumos elétricos faturados | 91 |
| Figura 5.28 - Diferenças percentuais mensais entre os consumos previstos em simulação e os consumos faturados | 91 |
| Figura 5.29 - Desagregação da iluminação dos frigoríficos da loja | 97 |
| Figura 5.30 - Desagregação da iluminação no balcão de vendas da loja..... | 97 |
| Figura 5.31 - Desagregação da iluminação dos escritórios | 97 |
| Figura 5.32 - Lâmpada Retrofit T5..... | 98 |

Lista de tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 2.1 - Reservas Energéticas | 4 |
| Tabela 2.2 - Medidas Relativas à eficiência energética..... | 14 |
| Tabela 2.3 - Diferentes significados de SCE nas diferentes legislações | 18 |
| Tabela 3.1 - Requisitos específicos | 22 |
| Tabela 3.2 - Princípios Gerais | 22 |
| Tabela 3.3 - Critérios para a determinação da zona climática de Verão | 25 |
| Tabela 3.4 - Critérios para a determinação da zona climática de Inverno | 25 |
| Tabela 3.5 - Valores do coeficiente de transmissão térmica máximo admissível para a envolvente opaca | 27 |
| Tabela 3.6 - Especificação do tipo de consumos | 33 |
| Tabela 3.7 - Tipo de método usado por edifício | 34 |
| Tabela 3.8 - Elementos mínimos a considerar no levantamento e/ou caracterização do edifício para efeitos de aplicação do método de simulação dinâmica multizona | 36 |
| Tabela 3.9- Critérios para a determinação da zona climática de Verão | 38 |
| Tabela 4.1 - Legenda de cores usadas na ferramenta..... | 44 |
| Tabela 4.2 - Informações necessárias para o simulação da climatização..... | 56 |
| Tabela 5.1 - Zonas térmicas | 66 |
| Tabela 5.2 - Dados Climáticos do Edifício | 67 |
| Tabela 5.3 - Uref para o edifício em estudo | 68 |
| Tabela 5.4 - U previsto para as paredes do edifício em análise..... | 69 |
| Tabela 5.5 - U previsto para os pavimentos e coberturas do edifício em análise | 69 |
| Tabela 5.6 - Perfil de ocupação..... | 70 |
| Tabela 5.7 - Valores Previstos e de Referência da iluminação | 72 |
| Tabela 5.8 - Características do Termoacumulador..... | 72 |
| Tabela 5.9 - Identificação geral do Chiller..... | 77 |
| Tabela 5.10 - Identificação geral do Split..... | 78 |
| Tabela 5.11 - Pé direito das frações | 78 |

| | |
|---|----|
| Tabela 5.12 - Ventilação método descritivo | 79 |
| Tabela 5.13 - Valores do caudal de ar novo para o DesignBuilder | 79 |
| Tabela 5.14 - Média anual do consumo elétrico..... | 80 |
| Tabela 5.15 - Valores da simulação prevista..... | 89 |
| Tabela 5.16 - Validação dos valores previstos no programa de simulação | 89 |
| Tabela 5.17 - Valores da simulação de referência..... | 91 |
| Tabela 5.18 - IEE previsto | 91 |
| Tabela 5.19 - IEE de Referência..... | 92 |
| Tabela 5.20 - Classe Energética..... | 92 |
| Tabela 5.21 - Valores a alterar na simulação para análise de medida de melhoria 1 | 99 |
| Tabela 5.22 - Classe energética com medida de melhoria 1..... | 99 |
| Tabela 5.23 - Análise económica da medida de melhoria 1..... | 99 |
| Tabela 5.24 - Valores a alterar na simulação da análise de melhoria 2 | 99 |
| Tabela 5.25 - Classe energética ao edifício com medida de melhoria 2..... | 99 |
| Tabela 5.26 - Análise económica à medida de melhoria 2 | 99 |

Capítulo 1

Introdução

Ao longo da história, o consumo energético a nível mundial tem vindo a aumentar. Este consumo crescente tem sido satisfeito recorrendo principalmente aos combustíveis fósseis. Como a energia na sociedade moderna é um elemento essencial e vital para o desenvolvimento económico, este elevado consumo energético é, hoje em dia, apresentado como a principal causa das alterações climáticas que o planeta está a sofrer.

Reduzir as emissões de gases com efeito de estufa é uma necessidade urgente, no sentido de mitigar um problema, que se nada em contrário for feito, irá afetar drasticamente o modo de vida e as condições de habitabilidade do nosso planeta.

Para a manutenção dos padrões de vida das sociedades desenvolvidas, e as justas aspirações dos países em vias de desenvolvimento, sem comprometer o futuro das gerações vindouras, é necessário apostar nas energias renováveis, e no aumento da eficiência energética.

1.1 - Objetivos

Com o objetivo de minimizar o impacto ambiental provocada pela má gestão energética, têm-se desenvolvido, ao longo dos tempos, diversos estudos em torno da eficiência energética, que visam otimizar os equipamentos e respetivas condições de funcionamento. O setor dos serviços é um dos principais consumidores de energia elétrica em Portugal. Dentro do setor, as lojas de retalho assumem um papel importante, sendo o seu consumo essencialmente de energia elétrica.

O objetivo deste trabalho é analisar ao pormenor uma tipologia de edifícios reconhecida no Sistema Nacional de Certificação Energética de Edifícios, os hipermercados. Pretende-se fazer uma análise da eficiência energética de um hipermercado em Portugal, ao abrigo do

Sistema de Certificação Energética do Decreto de Lei 118/2013, e avaliar as possíveis medidas de melhoria a implementar.

Deste modo, os principais objetivos propostos nesta dissertação foram:

- Análise à atual conjuntura portuguesa no âmbito da eficiência energética;
- Caracterização do hipermercado e determinação da respetiva classe de eficiência energética, mediante simulação do edifício;
- Análise das possíveis medidas conducentes à melhoria de classe energética e determinação das principais barreiras para aplicação destas.

1.2 - Descrição geral da dissertação

Este documento está dividido em seis capítulos distintos.

No Capítulo 1, apresenta os objetivos propostos e a estrutura proposta.

No Capítulo 2, apresenta-se um enquadramento energético, tanto a nível mundial como a nível nacional, e legislações no âmbito da eficiência energética

No Capítulo 3 é analisado ao pormenor os requisitos e constituição do Regulamento de Edifícios de Comércio e Serviços.

No Capítulo 4 é feita uma pequena apresentação da ferramenta criada com base no RECS para facilitação do processo de certificação energética em edifícios de serviço.

No Capítulo 5 é analisado o caso de estudo do edifício de serviço o hipermercado, utilizando a ferramenta criada.

No Capítulo 6 são feitas algumas conclusões sobre o trabalho realizado e expostas algumas propostas de trabalhos futuros a concluir.

No final do documento, encontra-se disponível, um conjunto de anexos, desenvolvendo algumas matérias abordadas que não foram submetidas em capítulos anteriores.

Capítulo 2

Enquadramento Energético

2.1 - Panorama Energético Mundial

Com a revolução industrial e a evolução tecnológica, hoje em dia para obtermos a eletricidade que gastamos nas nossas casas, o combustível que usamos nos nossos meios de transporte e os bens que consumimos em casa, necessitamos de todo um processo de transformação de energia primária em energia útil.

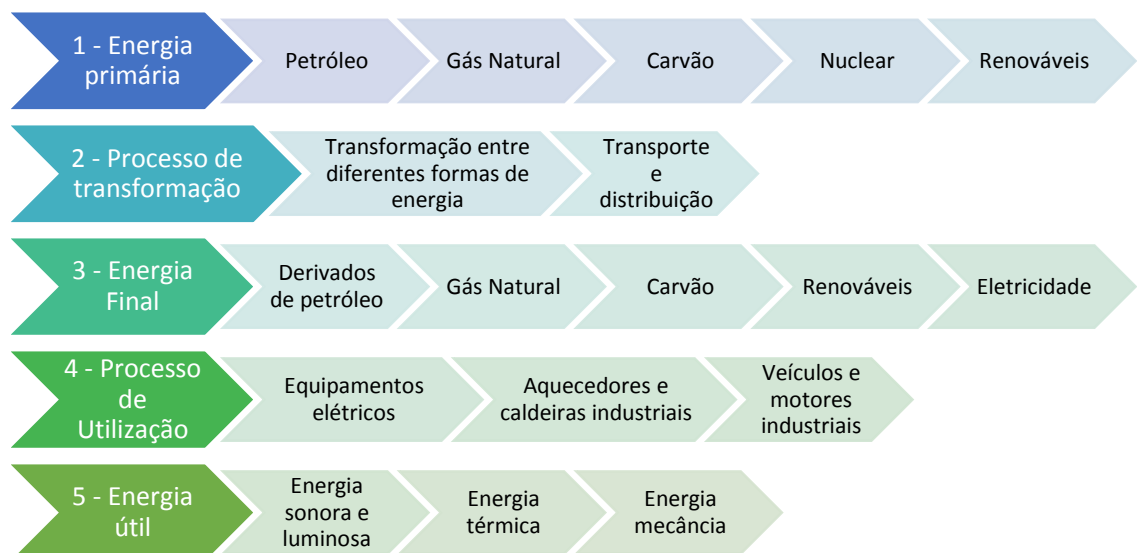


Figura 2.1- Fases do processo de transformação de energia primária em energia útil

A utilização dos combustíveis fósseis foi essencial para a revolução industrial, no entanto, atualmente há necessidade de se alterar a matriz energética em busca de um modelo de crescimento sustentado, isto devido à limitação das reservas energéticas (Tabela 2.1), à complexa questão ambiental com a degradação de recursos e ambientes, os riscos no uso da energia nuclear, e devido à superpopulação que infunde uma maior procura global de energia.

Tabela 2.1 - Reservas Energéticas[1]

| Energia primária | Reservas/Produção |
|------------------|-------------------|
| Petróleo | 54 anos |
| Gás Natural | 64 anos |
| Carvão | 112 anos |
| Nuclear | 80 anos |
| Renováveis | Ilimitado |

2.1.1 - Evolução do Consumo

A teoria Malthusiana previa que a população mundial crescerá segundo uma progressão geométrica, enquanto a capacidade de produzir alimentos crescerá apenas segundo uma progressão aritmética. Daí, poderia concluir-se que num futuro próximo, iria haver falta de alimentos a nível mundial. Passados dois séculos depois da sua formulação, esta previsão drástica não se confirmou tão linearmente pois como atualmente sabemos, o crescimento populacional depende de vários fatores como a economia e o desenvolvimento cultural de cada país. [2]

Estima-se que a população mundial crescerá 41% entre 2003 e 2050, aumentando de 6,3 bilhões para quase 8,9 bilhões de pessoas. A população das regiões em desenvolvimento continuará crescendo mais rapidamente, mesmo com a previsão de declínio contínuo das economias de transição. As populações dos países da Europa e do Pacífico pertencentes à OCDE devem atingir o seu ápice numérico por volta de 2020/2030, seguido de um significativo declínio. A população dos países da América do Norte pertencentes à OCDE continuará a crescer, mantendo o mesmo percentual na população global. Em compensação, o percentual da população nas “regiões em desenvolvimento” em relação à população mundial deve aumentar de 76% para 82% até 2050. A África permanece como a região que terá o maior crescimento populacional. Em 2050, 21% da população mundial estará nesse continente.

| REGIÃO | 2003 | 2010 | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------------|
| Mundo | 6309590 | 6848630 | 7561980 | 8138960 | 8593660 | 8887550 |
| Europa OCDE | 527300 | 538470 | 543880 | 543880 | 527560 | 508970 |
| América do Norte OCDE | 425800 | 456520 | 499310 | 535380 | 563110 | 586060 |
| Pacífico OCDE | 199000 | 201800 | 201800 | 197800 | 190990 | 182570 |
| Economias de transição | 345000 | 340200 | 333460 | 320360 | 303170 | 284030 |
| China | 1311300 | 1376920 | 1447330 | 1461870 | 1448710 | 1407150 |
| Leste da Ásia | 622600 | 686240 | 765570 | 829070 | 871470 | 889060 |
| Sul da Ásia | 1410000 | 1575710 | 1792960 | 1980540 | 2123630 | 2210120 |
| América Latina | 439570 | 481170 | 536790 | 581310 | 612610 | 630020 |
| África | 847660 | 980400 | 1183430 | 1387010 | 1615780 | 1835730 |
| Oriente Médio | 181360 | 211200 | 257450 | 301740 | 336630 | 353840 |

Figura 2.2 - Estimativa da ONU evolução da população mundial[3]

Observando as estimativas da ONU da Figura 2.3 verificamos que satisfazer as necessidades de energia das populações cada vez mais numerosas das regiões em desenvolvimento é o desafio-chave para alcançar uma oferta global e sustentável de energia.

Para se evitar a falta de fornecimento de energia aos países em constante desenvolvimento populacional tem que se começar a analisar desde cedo onde há maior consumo, e fazer uma estimativa onde poderá aumentar ou diminuir o mesmo.

Analisando o consumo a nível mundial de energias primárias, na Figura 2.3 podemos observar que o consumo per capita em 2012 foi mais elevado na América do Norte, Europa periférica, Rússia, Austrália e Arabia Saudita. O mapa indica um desequilíbrio no acesso à energia e do respetivo consumo gerado pelas diferenças tecnológicas e económicas entre diferentes regiões do mundo. Podemos observar uma concentração de países com baixo consumo energético na África e um desequilíbrio no consumo entre países europeus.

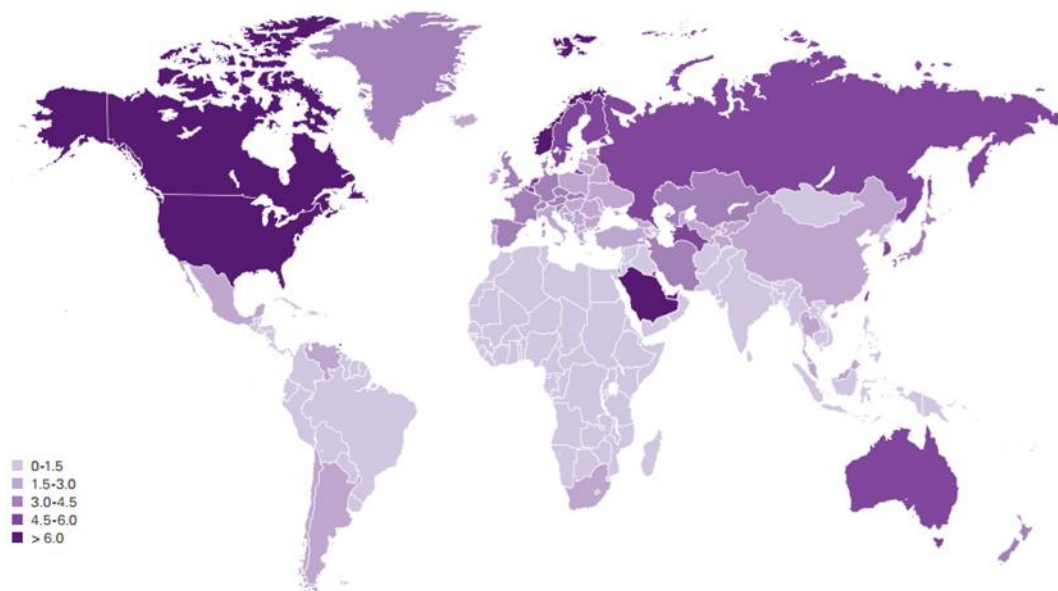


Figura 2.3 - Consumo mundial per capita 2012

Na Figura 2.4 e 2.5 é possível observar separadamente a evolução específica de cada energia primária em 2012.

6 Enquadramento Energético

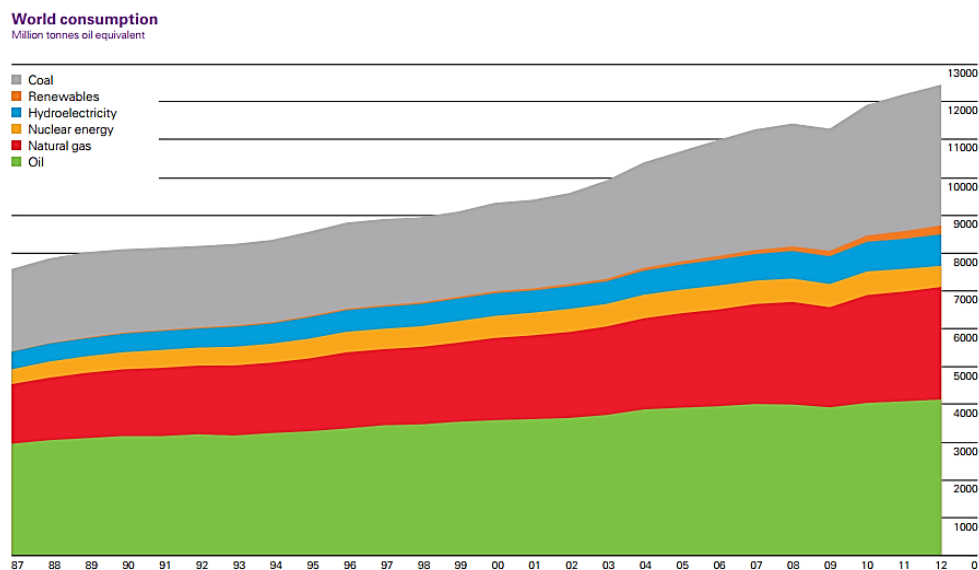


Figura 2.4 - Consumo mundial 2012[1]

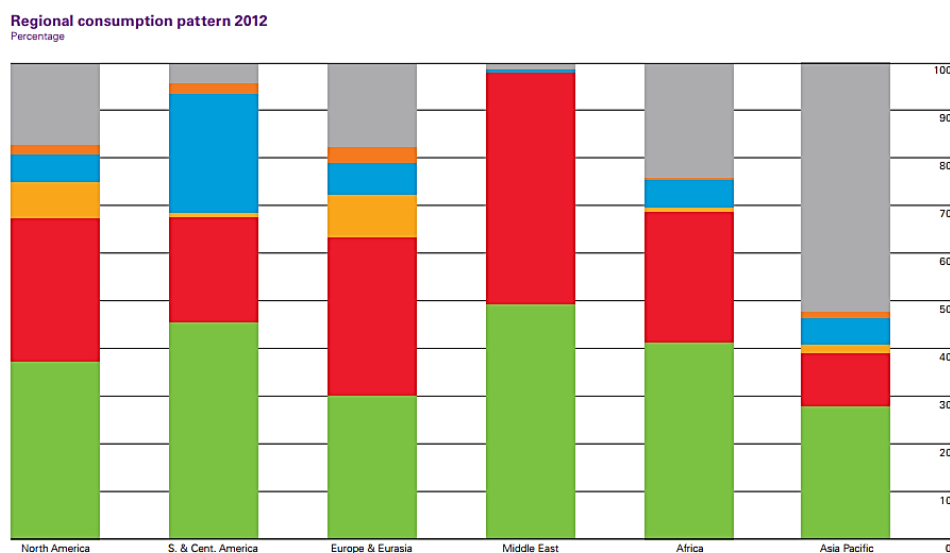


Figura 2.5 - Consumo mundial 2012[1]

Neste contexto, para que a questão energética se torne sustentável, é necessário que seus problemas sejam abordados de forma ampla, incluindo não apenas a gestão, o desenvolvimento e a adoção de inovações tecnológicas, mas também promovendo mudanças quanto ao comportamento da sociedade. De outra maneira, para que a mudança possa atender à reconciliação entre economia e meio ambiente é necessária uma mudança civilizacional e a solução requer uma passagem de uma “civilização do ter” para uma “civilização do ser”.

2.1.2 - Sustentabilidade ambiental

A mudança climática global, consequência do incessante aumento dos gases de efeito estufa na atmosfera do planeta, já está a alterar ecossistemas. Para que a elevação da

temperatura seja mantida dentro de limites aceitáveis, é necessário reduzir significativamente as emissões de gases de efeito estufa.

De acordo com o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC)[4], a temperatura mundial poderá aumentar até 5.8°C nos próximos cem anos. Esse aumento seria a alteração climática mais brusca já vivida pela humanidade. Para evitar que isso ocorra, uma política climática global deve ter por objetivo manter o aumento da temperatura global em menos de 2°C em relação aos níveis pré-industriais. Acima desse limite, os prejuízos aos ecossistemas e a alteração do sistema climático serão muito mais drásticos. Há pouco tempo para mudar o sistema energético global e impedir que isso ocorra: no mais tardar, até o final da próxima década, as emissões globais de gases estufa terão que atingir o seu pico e entrar em declínio para atingir o objetivo de manter o aumento da temperatura abaixo de 2°C.[5]

Hoje, as mudanças climáticas já prejudicam pessoas e ecossistemas, como provam o derretimento das geleiras polares e do permafrost (solo congelado da região ártica), a destruição de recifes de corais, o aumento do nível do mar e as ondas de calor cada vez mais intensas.[6] Não são apenas os cientistas a testemunhar essas mudanças. Dos inuites que vivem no Ártico aos moradores de ilhas equatoriais, as pessoas já sofrem os impactos das mudanças climáticas. É a primeira vez que a humanidade se encontra diante de uma crise ambiental de tamanha magnitude, senão houver ação imediata para deter o aquecimento global, os danos serão irreversíveis. A única maneira de evitar os danos é reduzir rapidamente as emissões que provocam os danos na camada do ozono.

É então vital a criação de medidas e protocolos que visem a defesa do ambiente através da diminuição da emissão de gases poluentes para a atmosfera, ao mesmo tempo que as necessidades energéticas sejam satisfeitas. Entra então o conceito de desenvolvimento sustentável e a problemática de sustentabilidade.

Esta problemática já começou a ser analisada há vários anos, embora só na década de 80 se tenha começado a formalizar regras e protocolos.[7]

De facto, já em 1962 a publicação do livro de Rachel Carson, “A Primavera Silenciosa”, fez um alerta sobre o uso agrícola de pesticidas químicos sintéticos. Cientista e escritora, Carson destacou a necessidade de respeitar o ecossistema em que vivemos para proteger a saúde humana e o meio ambiente.

Em 1969, a primeira foto da Terra vista do espaço tocou o coração da humanidade com a sua beleza e simplicidade. Ver pela primeira vez este “grande mar azul” em uma imensa galáxia chamou a atenção de muitos para o fato de que vivemos em uma única Terra - um ecossistema frágil e interdependente. E a responsabilidade de proteger a saúde e o bem-estar desse ecossistema começou a surgir na consciência coletiva do mundo.



Figura 2.6 - Primeira fotografia da Terra[8]

Com o fim da tumultuada década de 1960, os ideais e visões começaram ser colocados em prática. Entre estes estava a visão ambiental - agora, literalmente, um fenómeno global. Enquanto a preocupação universal sobre o uso saudável e sustentável do planeta e de seus recursos continuou a crescer, em 1972 a ONU convocou a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, em Estocolmo (Suécia).

Esta conferência constitui um marco importante, pois é a primeira conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente e a primeira grande reunião para discutir a relação entre homem e ambiente. Começou desta forma a ser delineado o conceito de sustentabilidade, e a constituírem-se também os alicerces para as ações ambientais a nível internacional, em que o ambiente deveria ser uma preocupação comum pois a sua degradação e poluição afeta todos os países e suas gerações futuras.

A Declaração final desta conferência contém 19 princípios que representam um Manifesto Ambiental para nossos tempos. Ao abordar a necessidade de “inspirar e guiar os povos do mundo para a preservação e a melhoria do ambiente humano”, o Manifesto estabeleceu as bases para a nova agenda ambiental do Sistema das Nações Unidas.

- “Chegamos a um ponto na História em que devemos moldar nossas ações em todo o mundo, com maior atenção para as consequências ambientais. Através da ignorância ou da indiferença podemos causar danos maciços e irreversíveis ao meio ambiente, do qual nossa vida e bem-estar dependem. Por outro lado, através do maior conhecimento e de ações mais sábias, podemos conquistar uma vida melhor para nós e para a posteridade, com um meio ambiente em sintonia com as necessidades e esperanças humanas...”

Trecho da Declaração da Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente (Estocolmo, 1972),
parágrafo 6[9]

Firmou-se assim um entendimento sobre as relações entre o ambiente e o desenvolvimento, surgindo nesse momento o conceito de um novo tipo de desenvolvimento: o ecodesenvolvimento.

Aproveitando a energia gerada pela Conferência, a Assembleia Geral criou, em dezembro de 1972, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, que coordena os trabalhos da família ONU em nome do meio ambiente global. Suas prioridades atuais são os aspectos ambientais das catástrofes e conflitos, a gestão dos ecossistemas, a governação ambiental, as substâncias nocivas, a eficiência dos recursos e as mudanças climáticas.

Neste âmbito em 1983, o Secretário-Geral da ONU convidou a médica Gro Harlem Brundtland, mestre em saúde pública e ex-Primeira Ministra da Noruega, para estabelecer e presidir a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Em abril de 1987, a Comissão Brundtland, como ficou conhecida, publicou um relatório inovador, “Nosso Futuro Comum” - que traz o conceito de desenvolvimento sustentável para o discurso público.

- “O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades.”

- “Na sua essência, o desenvolvimento sustentável é um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, o direcionamento dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão em harmonia e reforçam o atual e futuro potencial para satisfazer as aspirações e necessidades humanas.”

– Relatório Brundtland, “Nosso Futuro Comum”[10]

Mais tarde, já em 1992, no Rio de Janeiro, o conceito de desenvolvimento sustentável é cimentado na Conferência sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento - ECO 92 (UNCED, United Nations Conference on Environment and Development). Foram alcançadas duas importantes conquistas nesta conferência: por um lado a junção dos dois termos, “meio ambiente” e “desenvolvimento”, anteriormente alvo de referência em 1972 e 1987, por outro a elaboração da Agenda 21, com metas de sustentabilidade global para o século XXI. Esta despertou especial interesse global porque deu a conhecer que os problemas ambientais do planeta estão intimamente ligados a condições económicas e problemas de justiça social.

No seguimento de todos os esforços anteriormente citados, é atingido o que é considerado o verdadeiro ponto de viragem, o Protocolo de Quioto.

O Protocolo de Quioto é um protocolo anexo à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas, assinado em 1997 em Quioto, Japão, por 59 países, e que visa operacionalizar a convenção, através do seu objetivo de reduzir as emissões de GEE nas nações industrializadas. Para tal foram estabelecidas metas que correspondem em média à redução de 5,2% relativamente aos níveis emitidos em 1990. O protocolo visa ainda estabelecer modelos e mecanismos de desenvolvimento limpo para os países designados como emergentes,

assegurando assim o tratamento diferenciado entre os países do Anexo B - países desenvolvidos aos quais foram atribuídas metas de redução de emissões - e aos com economias em desenvolvimento.

A 16 de Fevereiro de 2005, 90 dias após a Rússia ter formalizado a sua adesão ao Protocolo, tornando possível cumprir os requisitos para a entrada em vigor do mesmo, o protocolo entrou em vigor, contando com a adesão de 165 países-membros responsáveis por 61,6% das emissões globais de GEE. Constitui um quadro vinculativo para os Estados-Parte, mas nestes não se incluem nem os EUA (responsável por mais de 20% das emissões globais de carbono equivalente) nem a Austrália.

Os países industrializados - constantes do Anexo B - deveriam cumprir as suas metas de redução de emissões no decorrer do chamado primeiro período de compromisso, correspondendo ao período 2008-2012.

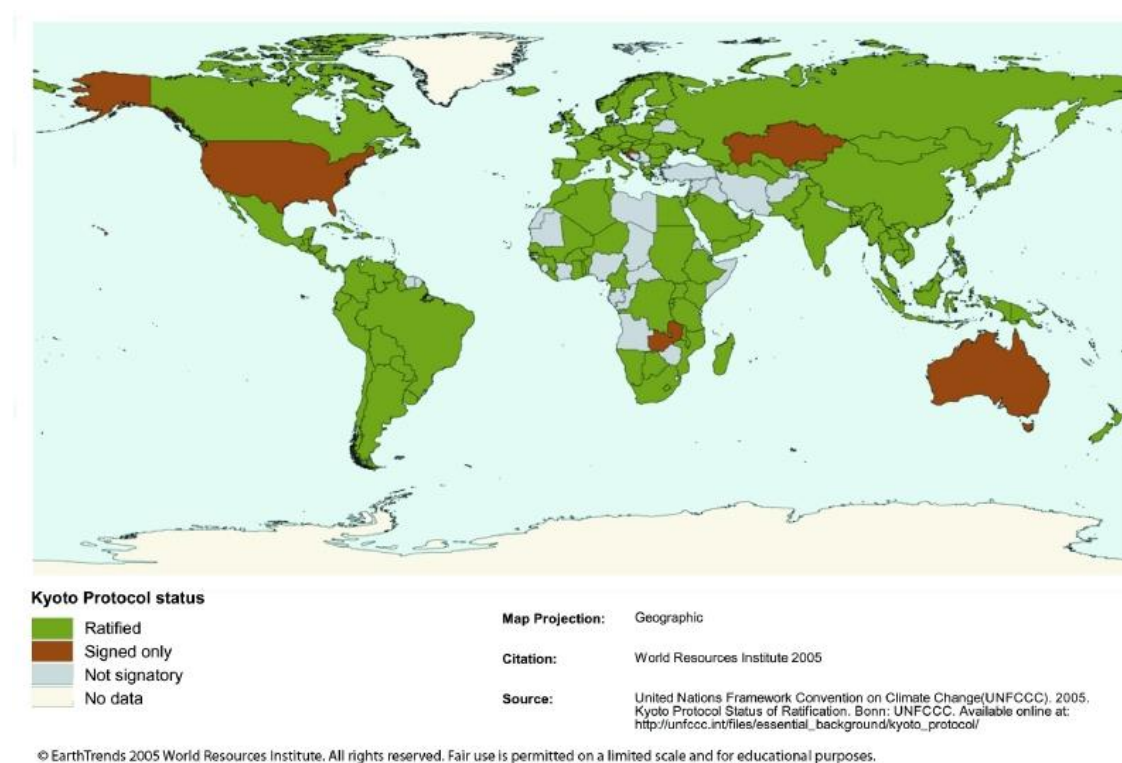


Figura 2.7 - Signatários do Protocolo de Quioto em 2005[11]

A segunda fase do Protocolo de Quioto é válida para o período 2013-2020, e foi definida em Dezembro de 2012, na 18ª Conferência da ONU sobre Alterações Climáticas em Doha.

Para alguns, a aprovação de um segundo período de compromissos para o Protocolo é suficiente para considerar a Conferência “um sucesso por definição”, contudo, é necessário realçar a perda de apoio de países como Canadá, Japão e Rússia para uma segunda fase de compromissos. Apenas a UE e sete outros países desenvolvidos (Austrália, Bielorrússia, Cazaquistão, Mônaco, Noruega, Suíça e Ucrânia) assinaram o segundo período de compromissos

do Protocolo. Esse conjunto de países responde por menos de 15% das emissões mundiais de gases-estufa. Para grupos ambientalistas e alguns países em desenvolvimento, esse formato não é suficiente para conter o aquecimento global em até 2°C acima dos níveis pré-industriais - limite até o qual, estima-se, efeitos climáticos catastróficos são evitados.

No entanto, em Junho deste ano (2014) o governo de Barack Obama anunciou uma das mais agressivas políticas de combate ao aquecimento global já adotadas nos Estados Unidos, com o objetivo de reduzir em 30% as emissões geradores de energia até 2030, em relação as patamares de 2005.[12] As regras limitam o que as empresas podem emitir e atingem principalmente as usinas de carvão, as mais poluentes. Esta medida, num dos países mais poluentes do mundo, pode ser um ponto de viragem para um maior sucesso na sustentabilidade ambiental.

2.2 - Enquadramento nacional no setor energético

Situado no sudoeste da Europa, com mais de 8 séculos de História, Portugal é um país privilegiado. Um país afagado pelo sol e pelo mar e de recursos naturais que nos projetam num mundo cada vez mais competitivo e que representam um desafio para a capacidade empreendedora das nossas empresas.

Nos últimos anos, a nossa ambição permitiu-nos alcançar um patamar de excelência naquele que é hoje o desígnio do século XXI: a construção de um futuro sustentável. Um futuro sustentável para a sociedade, para a economia e para o ambiente. A energia assume aqui um papel crucial e um vetor de progresso indispensável para conseguirmos superar as dificuldades atuais.

A Natureza colocou à nossa disposição diversas fontes de energia, algumas delas de origem renovável, como o Sol, o Vento, a Água, o Calor da terra e a Biomassa. Mas o aproveitamento e gestão dos recursos existentes ainda não permite a independência energética do nosso país. Um objetivo e um caminho que está a ser assumido como prioritário pelos países europeus e as grandes potências mundiais. A segurança energética é hoje uma das principais preocupações de Bruxelas. Até lá chegarmos, é necessário fazer as apostas certas, gerir os recursos existentes, apostar na nossa tecnologia, nos nossos edifícios, nas nossas cidades e transportes com a máxima eficiência, tendo em vista a redução dos consumos energéticos.

2.2.1 - A estratégia para a energia

A política energética portuguesa da primeira década de 2000 ficou marcada por investimentos significativos em fontes de energia renovável. Com o estalar da crise económica

e novas orientações políticas os principais documentos da estratégia para a energia - o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética e o Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis - foram revistos “numa lógica de racionalidade económica e sustentabilidade. A racionalidade económica está na base do novo modelo energético que resulta, por um lado, da conjugação entre a adoção de medidas de eficiência energética e a utilização de energia proveniente de fontes endógenas renováveis e, por outro, da redução dos sobrecustos que oneram os preços da energia”. [13]

Atualmente com estes novos planos, novos objetivos são postos em prática. Estes traduzem-se em valores muito específicos para Portugal em termos de eficiência energética, com uma meta geral de redução no consumo de energia primária de 25% e uma meta específica de redução de 30% na Administração Pública. No que respeita à utilização de energia proveniente de fontes endógenas renováveis, Portugal está comprometido com uma meta de 31% do consumo final bruto de energia e de 10% no sector dos transportes, até 2020. Estes objetivos, traçados de acordo com as metas europeias «20-20-20», pretendem em simultâneo reduzir a dependência energética do país e garantir a segurança de abastecimento, através da promoção de um “mix” energético equilibrado.

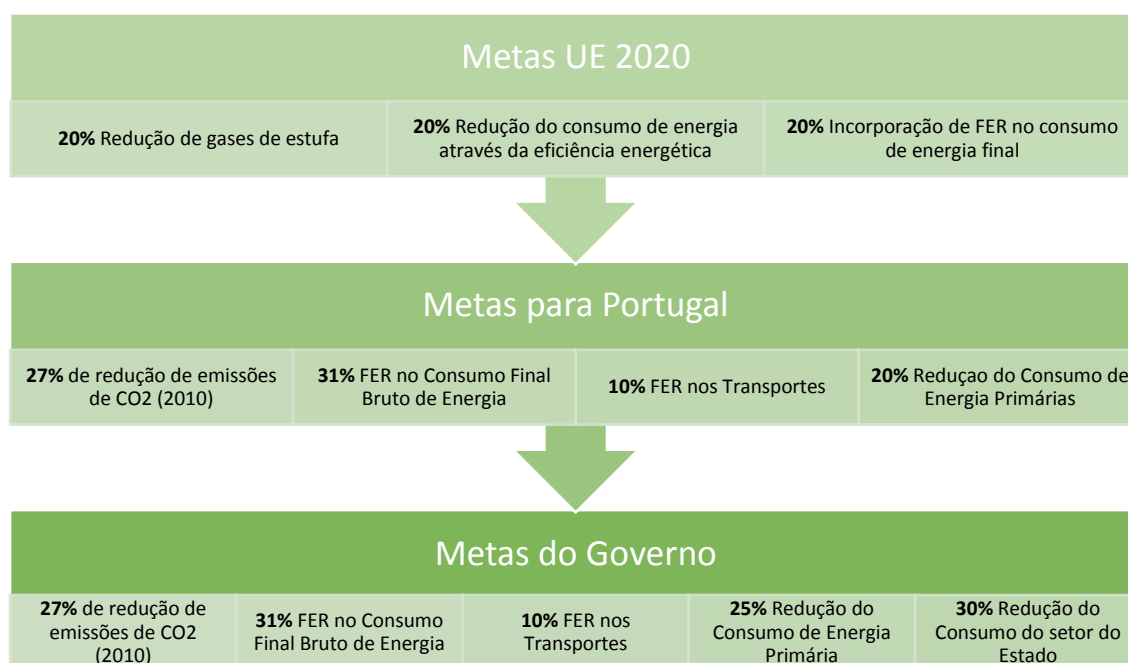


Figura 2.8 - Metas europeias e nacionais a nível energético

Em linhas gerais, pretende-se assegurar uma melhoria substancial da eficiência energética, sobretudo através da execução dos agora revistos PNAEE e PNAER, instrumentos de planeamento energético, pensados inicialmente como ferramentas independentes e que agora aparecem de uma forma articulada. O objetivo da nova estratégia é que o PNAEE e PNAER, revistos e pensados em conjunto, levem Portugal a cumprir todos os compromissos assumidos de forma economicamente mais racional. Destacam-se, portanto, os objetivos de reduzir

significativamente as emissões de gases com efeito de estufa, de forma sustentável; reforçar a diversificação das fontes de energia primária, contribuindo para aumentar estruturalmente a segurança de abastecimento do país; aumentar a eficiência energética da economia, em particular no sector Estado, contribuindo para a redução da despesa pública e o uso eficiente dos recursos; e ainda contribuir para o aumento da competitividade da economia, através da redução dos consumos e custos associados ao funcionamento das empresas e à gestão da economia doméstica, libertando recursos para dinamizar a procura interna e novos investimentos.

No que respeita à Eficiência Energética, o PNAEE 2016 prevê uma poupança induzida de 8,2%, próxima da meta indicativa definida pela União Europeia de 9% de poupança de energia até 2016. Os contributos na redução dos consumos energéticos estão distribuídos pelos vários sectores de atividade. Depois dos resultados do PNAEE 2008, o atual Plano passa a abranger seis áreas específicas: Transportes, Residencial e Serviços, Indústria, Estado, Comportamentos e Agricultura, que agregam um total de dez programas, com um leque de medidas de melhoria da eficiência energética, orientadas para a procura energética e que, de uma forma quantificável e monitorizável, visam alcançar os objetivos propostos.

2.2.2 - Evolução do processo legislativo em Portugal

Portugal, como membro da União Europeia, apresenta uma estratégia nacional em concordância com a Comunidade.

Antes de 1990 havia uma ausência de regulamentação no âmbito de requisitos térmicos nos edifícios. Foi então criado neste ano o primeiro decreto-lei relativo ao comportamento térmico. Em 1998 atualizou-se a lei com um regulamento para os sistemas de climatização dos edifícios, tendo sido apenas em 2002 criada uma diretiva relativa ao desempenho energético dos edifícios.



Figura 2.9 - Evolução legislativa no âmbito dos edifícios em Portugal

Apresenta-se, de igual forma, o Quadro 2.2 que resume as principais medidas relativas à eficiência energética nos edifícios tomadas pelo governo português nos últimos anos:

Tabela 2.2 - Medidas relativas à eficiência energética

| | | Objetivos |
|-------------------------------------|-------|--|
| Programa (2001) | E4 | Diminuir a intensidade energética dos edifícios e recorrer com maior incidência às energias renováveis. |
| PNAC (alteração do PNAC 2004) | 2006 | Redução das emissões dos GEE, de modo a atingir as metas de Quioto. |
| PNACE (2005-2008) e PNR (2008-2010) | | Obter uma maior eficiência energética, reduzindo-se a dependência externa, utilizando racionalmente os recursos naturais e aumentando a exploração de energias renováveis, de modo a diminuir a emissão dos GEE. |
| DL n.º78/2006 | | Implementar o Sistema de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE) |
| PNAEE (2008) | | Reduzir a taxa de crescimento da fatura energética em cerca de 1,1%/ano até 2015. |
| PPEC revisto em 2009) | (2006 | Promover a eficiência energética no consumo. |

O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior, Decreto-Lei n.º 78/2006, tinha como objetivos:

- Assegurar a aplicação regulamentar, nomeadamente no que respeita às condições de eficiência energética, à utilização de sistemas de energias renováveis e, ainda, às condições de garantia da qualidade do ar interior, de acordo com as exigências e disposições contidas no RCCTE e no RSECE;
- Certificar o desempenho energético e a qualidade do ar interior nos edifícios;
- Identificar as medidas corretivas ou de melhoria de desempenho aplicáveis aos edifícios e respetivos sistemas energéticos, nomeadamente caldeiras e equipamentos de ar condicionado, quer no que respeita ao desempenho energético, quer no que respeita à qualidade do ar interior.

Por este regulamento estavam abrangidos todos os edifícios, novos ou existentes, sujeitos a grandes intervenções de reabilitação, nos termos do RSECE e do RCCTE, edifícios de serviços existentes, sujeitos a auditorias periódicas, conforme especificado no RSECE, e edifícios existentes, para habitação e para serviços, aquando da transação do imóvel, quer por venda como por locação.

O RSECE vem definir um conjunto de requisitos, aplicáveis a edifícios de serviços e de habitação dotados de sistemas de climatização, que abrangem tanto a eficiência e manutenção dos sistemas, como a qualidade da envolvente e a limitação dos consumos energéticos. É também obrigatória a realização de auditorias periódicas aos edifícios de serviços. A qualidade

do ar interior é também abrangida por requisitos que abrangem as taxas de renovação do ar interior e a concentração máxima dos principais poluentes.

O RCCTE vem estabelecer requisitos de qualidade para os novos edifícios de habitação e de pequenos serviços sem sistemas de climatização, nomeadamente ao nível das características da envolvente, limitando as perdas térmicas e controlando os ganhos solares excessivos. Este regulamento impõe, também, limites aos consumos energéticos da habitação para climatização e produção de águas quentes, de modo a incentivar a implantação de fontes de energia com menor impacto em termos ambientais. A utilização de fontes de energia renovável é valorizada pelo regulamento, sendo obrigatória a instalação de coletores solares em novos edifícios de habitação, ou aqueles sujeitos a grande reabilitação, estando os edifícios existentes isentos.

O RCCTE abrange todos os edifícios de habitação com área inferior a 1000 m² e todos os edifícios de serviços com área inferior a 1000 m², ou 500 m², no caso de piscinas interiores aquecidas, centros comerciais, supermercados e hipermercados (Portaria n.º 461/2007, que remete para o artigo 27.º do RSECE). No intuito de serem calculadas as necessidades energéticas dos edifícios abrangidos pelo RCCTE, este divide o país em diferentes zonas climáticas (que constam do seu Anexo III) e estipula quatro índices térmicos fundamentais a quantificar (N_{ic} , N_{vc} , N_{ac} e N_{tc}), limitados superiormente no artigo 15, em função da zona climática em que se insere o edifício. Esta divisão climática vem de acordo com o previsto no artigo 1.º, da Diretiva 2002/91/CE, que estipula que os requisitos energéticos devem ter em conta as condições climáticas externas e locais. Deste modo, o n.º 3 do artigo 4 contempla quatro parâmetros complementares a quantificar:

a) Coeficientes de transmissão térmica, superficiais e lineares dos elementos da envolvente - para que se possam contabilizar as transmissões de calor pelas paredes e também pelas pontes térmicas, quer para o exterior, quer para locais não aquecidos.

b) Classe de inércia térmica do edifício ou da fração autónoma - A inércia térmica é “a capacidade de um elemento absorver calor e só libertá-lo ao fim de um certo tempo”, materializada na massa (não tamponada) dos paramentos. Permite, pois, reduzir as necessidades de arrefecimento, já que durante o dia as paredes absorvem energia, libertando-a à noite (o que também reduz a carga de aquecimento).

c) Fator solar dos envidraçados - por forma a contabilizar os ganhos solares destes vãos, que variam de acordo com o tipo de vidro, o tipo de caixilharia, o tipo de sombreamento e a sua própria orientação solar.

d) A taxa de renovação do ar - que permite aumentar a salubridade do ar interior, transportando também consigo a capacidade de transferência de energia entre o interior do edifício e a sua envolvente. Com as necessidades globais de energia primária calculadas (N_{tc}), é possível compará-las com os limites regulamentares e, assim, determinar a classe energética do edifício.

A transposição para o direito nacional da Diretiva n.º 2010/31/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Maio de 2010, gerou a oportunidade de melhorar a sistematização e o âmbito de aplicação do sistema de certificação energética e respetivos regulamentos, bem como de alinhar os requisitos nacionais às imposições explicitamente decorrentes da mesma. Assim, o presente diploma assegura não só a transposição da diretiva em referência, mas também uma revisão da legislação nacional, que se consubstancia em melhorias ao nível da sistematização e âmbito de aplicação ao incluir, num único diploma, o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS), atendendo, simultaneamente, aos interesses inerentes à aplicabilidade integral e utilidade deste quadro legislativo, e aos interesses de simplificação e clareza na produção legislativa de carácter predominantemente técnico.

No próximo capítulo será analisado ao pormenor o RECS, regulamento usado na realização desta tese.[14]

2.2.3 - Alterações efetuadas - Decreto-Lei 118/2013

A atualização da legislação nacional existente envolve alterações a vários níveis, com destaque, em primeiro lugar, para as modificações estruturais e de sistematização, pela aglutinação, num só diploma, de uma matéria anteriormente regulada em três diplomas distintos, procedendo-se, assim, a uma reorganização significativa que visa promover a harmonização concetual e terminológica e a facilidade de interpretação por parte dos destinatários das normas.

Em segundo lugar, a separação clara do âmbito de aplicação do REH e do RECS, passando aquele a incidir, exclusivamente, sobre os edifícios de habitação e este último sobre os de comércio e serviços, facilita o tratamento técnico e a gestão administrativa dos processos, ao mesmo tempo que reconhece as especificidades técnicas de cada tipo de edifício naquilo que é mais relevante para a caracterização e melhoria do desempenho energético.

Além da atualização dos requisitos de qualidade térmica, são introduzidos requisitos de eficiência energética para os principais tipos de sistemas técnicos dos edifícios. Ficam, assim, igualmente sujeitos a padrões mínimos de eficiência energética, os sistemas de climatização, de preparação de água quente sanitária, de iluminação, de aproveitamento de energias renováveis de gestão de energia.

Em complemento à eficiência energética, mantém-se a promoção da utilização de fontes de energia renovável, com clarificação e reforço dos métodos para quantificação do respetivo contributo, e com natural destaque para o aproveitamento do recurso solar, abundantemente disponível no nosso país. Do mesmo modo, por via da definição de formas adequadas de quantificação, é incentivada a utilização de sistemas ou soluções passivos nos edifícios, bem

como a otimização do desempenho em consequência de um menor recurso aos sistemas ativos de climatização

Neste contexto, surge igualmente o conceito de edifício com necessidades quase nulas de energia, o qual passará a constituir o padrão para a nova construção a partir de 2020. Este padrão conjuga a redução, na maior extensão possível e suportada numa lógica de custo-benefício, das necessidades energéticas do edifício, com o abastecimento energético através do recurso a energia de origem renovável.

São definidas regras e requisitos para a instalação, condução e manutenção dos sistemas de climatização em edifícios de comércio e serviços, no sentido de promover o respetivo funcionamento otimizado em termos energéticos. Atendendo ao tipo, às características e ao habitual regime de funcionamento dos sistemas de ar condicionado e de caldeiras utilizados para climatização em Portugal, considera-se que a implementação de um sistema de recomendações sobre a substituição dos sistemas terá resultados mais favoráveis.

Merece ainda especial destaque o reconhecimento do pré-certificado e do certificado SCE como certificações técnicas, pretendendo-se, por esta via, clarificar a sua aplicação em matéria de consulta e vistorias, tornando tais certificações técnicas obrigatórias na instrução de operações urbanísticas.

No que respeita à política de qualidade do ar interior, considera-se da maior relevância a manutenção dos valores mínimos de caudal de ar novo por espaço e dos limiares de proteção para as concentrações de poluentes do ar interior, de forma a salvaguardar os mesmos níveis de proteção de saúde e de bem-estar dos ocupantes dos edifícios. Neste âmbito, salienta-se que passa a privilegiar-se a ventilação natural em detrimento dos equipamentos de ventilação mecânica, numa ótica de otimização de recursos, de eficiência energética e de redução de custos. São ainda eliminadas as auditorias de qualidade do ar interior, mantendo-se, contudo, a necessidade de se proceder ao controlo das fontes de poluição e à adoção de medidas preventivas, tanto ao nível da conceção dos edifícios, como do seu funcionamento, de forma a cumprir os requisitos legais para a redução de possíveis riscos para a saúde pública.

De uma forma sumária, pode-se observar de seguida as principais diferenças entre os regulamentos.

I. Legislação - constituição

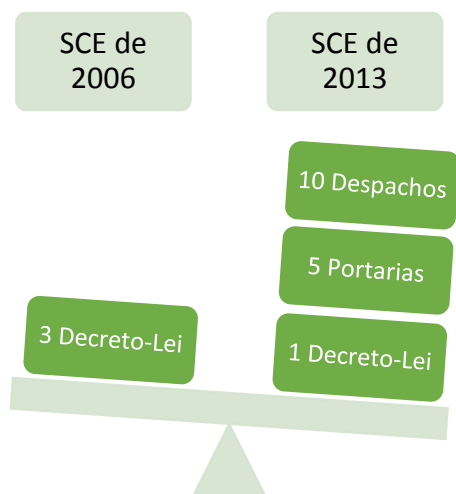


Figura 2.10 - Diferenças na constituição das legislações

II. Significado de SCE

Tabela 2.3 - Diferentes significados de SCE nas diferentes legislações

| | |
|------|--|
| 2006 | Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios. |
| 2013 | Sistema Nacional de Certificação Energética dos Edifícios. |

III. Áreas de atuação

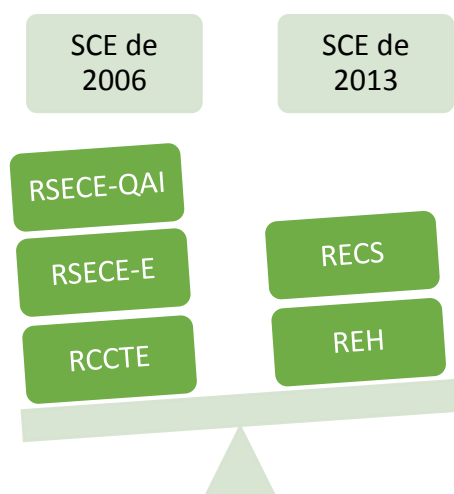


Figura 2.11 -Diferentes áreas de atuação das legislações

- Alguns requisitos de QAI (Qualidade do Ar Interior) deixam de ser exigidos.

- Mantêm-se a exigência de Caudais mínimos de ar novo nos edifícios novos (determinados através de um método prescritivo ou de um método analítico) e dos limiares de proteção para as concentrações de poluentes do ar interior.

IV. Alterações em termos de aplicabilidade aos edifícios

- Potência instalada → Potência térmica nominal (Independentemente da potência térmica nominal)
 - Os edifícios de habitação passam a estar abrangidos apenas pelo REH;
 - Os edifícios de serviços passam a estar abrangidos apenas pelo RECS.

V. Alterações em termos de metodologias de cálculo

As metodologias de cálculo dos indicadores energéticos de referência são substancialmente diferentes das do SCE de 2006. Agora estes indicadores são obtidos para os próprios edifícios assumindo, para o efeito, “valores de referência” para as soluções construtivas, para os sistemas de AVAC e para os padrões de ocupação, de equipamentos e de iluminação.

Em suma, as diferenças em relação ao SCE de 2006 são muitas e variadas. Há mudanças em termos de orgânica de funcionamento, requisitos de qualidade, requisitos energéticos, consumos de energia contabilizáveis, metodologias de cálculo, determinação da classe energética dos edifícios, tipologias de uso, edifícios abrangidos, neste capítulo foram mencionadas as mais gerais. No próximo capítulo será analisado ao pormenor o RECS.

Capítulo 3

Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviço (RECS)

O Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto, aprovou o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços, transpondo ainda a Diretiva n.º 2010/31/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios.

No desenvolvimento daquele decreto-lei, importa agora determinar qual o objeto de certificação energética e os requisitos de conceção relativos à qualidade térmica da envolvente e à eficiência dos sistemas técnicos dos edifícios novos, dos edifícios sujeitos a grande intervenção e dos edifícios existentes.

3.1 - Objeto de Certificação Energética

Para a determinação do objeto a ser certificado é necessário relacionar a fração (unidade mínima de um edifício, com saída própria para uma parte de uso comum ou para a via pública, independentemente da constituição de propriedade horizontal) com o sistema de climatização (SC). As frações servidas por SC centralizadas são dispensadas, e as frações sem sistemas ou com sistemas SC individuais tem certificado individual. Por exemplo na Figura é observável um edifício comercial com 9 frações, no entanto só serão realizados 6 certificados.

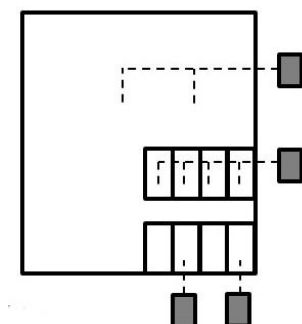


Figura 3.1 - Exemplo de um edifício com diferentes frações climatizadas

3.2 - Enquadramento legal - requisitos mínimos

Tabela 3.1 - Requisitos Específicos

| Princípios Gerais | | Comportamento Térmico | Eficiência Sistemas Técnicos | Qualidade Ar Interior | Instalação Condução Manutenção |
|------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Requisitos Específicos | Novos | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Grandes Intervenções | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Existentes | ✓ | ✓ | | |

Na Tabela 3.1 pode-se observar que nos edifícios existentes embora seja necessário saber qual é o comportamento térmico e a eficiência dos sistemas técnicos não é obrigatório a sua alteração no caso de as suas características não apresentarem os requisitos mínimos.

Tabela 3.2 - Princípios Gerais

| RECS | Princípios Gerais | Novos | Grandes Intervenções | Existentes |
|-----------------------|------------------------------|------------------------------|--|----------------|
| Comportamento Térmico | Portaria nº349-D/2013 U,g | Portaria nº349-D/2013 U,g | Portaria nº349-D/2013 U,g Incompatibilidade podem ser justificadas Ampliações = Novos | Sem requisitos |

| | | | | |
|---|---|--|--|--|
| Eficiência dos Sistemas Técnicos | Promoção da eficiência ao nível de: Climatização AQS Iluminação SGE Energia Renováveis Elevadores | Portaria nº349-D/2013 IEEpr < IEEref1° Avaliação Energética até ao final do 3ºano Avaliações Energéticas a cada 6 anos ou a cada 10 anos no caso de edifícios de entidades públicas | Portaria nº349-D/2013 EEpr < IEEref Incompatibilidades podem ser justificadas Ampliações = Novos | Sem requisitos Avaliações Energéticas a cada 6 anos |
| Qualidade do Ar Interior | Portaria nº353-A/2013 Caudais mínimos Limiars de Proteção | Portaria nº353-A/2013 Caudais mínimos Ventilação natural/mecânica | Portaria nº353-A/2013 CAN pode ser reduzido em 30% Incompatibilidades podem ser justificadas Ampliações = Novos | Portaria nº353-A/2013 Limiars de Proteção Fiscalização IGAMAOT |
| Instalação Condução e Manutenção dos Sistemas Técnicos | Garantir condições ótimas de eficiência energética e QAI | Documentação Técnica Instalação acompanhada por TIM P>25kW- Ensaios de receção e TIM P>250kW - PM elaborado por TIM Alterações registadas no PM | Igual aos novos TIM+PM | Igual aos novos |

A Tabela 3.2 apresenta um resumo dos requisitos mínimos exigidos no geral em cada tipo de edifício, que serão especificados de seguida.

3.2.1 - Edifícios Novos e Grandes Intervenções

I. Aspetos transversais à regulamentação

Com o novo regulamento SCE a classificação energética deixa de ser baseada em condições nominais de funcionamento e passa a ser efetuada em condições reais previstas ou efetivas, comparando estes consumos com os consumos de referência. Os indicadores de eficiência energética previstos ou reais serão comparados com os de referência, calculados para funcionamento real mas com soluções de referência de forma a se poder avaliar o desempenho energético do edifício.

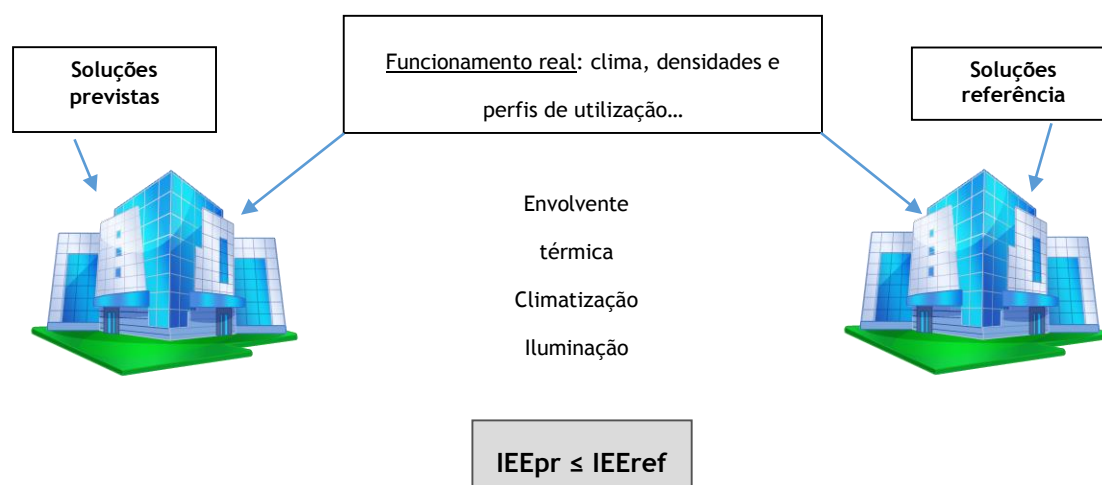


Figura 3.2 - Imagem explicativa das soluções reais e das soluções de referência

No RECS a definição de zonas climáticas para as estações de aquecimento e arrefecimento é importante para definir os requisitos mínimos da qualidade térmica da envolvente. O zonamento climático do país baseia-se na Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos (NUTS) de nível III, em anexo (Tabela A.1).

São definidas três zonas climáticas de Inverno (I1, I2 e I3) e três zonas climáticas de verão (V1, V2 e V3) para aplicação de requisitos da qualidade térmica envolvente. As zonas climáticas de Inverno são definidas a partir do número de grau-dias na base de 18°C, correspondente à estação de aquecimento. As zonas climáticas de Verão são definidas a partir da temperatura média exterior correspondente à estação convencional de arrefecimento ($\theta_{ext,v}$).

Os valores dos parâmetros climáticos X associados a um determinado local, são obtidos a partir dos valores de referência X_{REF} para cada NUTS III e ajustados com base na altitude desse local, z. Estas correções de altitude são do tipo linear com declive a, proporcionais à diferença entre a altitude do local e uma altitude de referência Z_{REF} para NUTS III, segundo a seguinte expressão:

$$X = X_{REF} + a(z - z_{REF}) \quad [meses \text{ ou } ^\circ C] \quad (3.1)$$

Os critérios para a determinação de cada zona são os seguintes:

Tabela 3.3 - Critérios para a determinação da zona climática de verão

| Critério | $\Theta_{\text{ext,v}} \leq 20^\circ \text{C}$ | $20^\circ \text{C} < \Theta_{\text{ext,v}} \leq 22^\circ \text{C}$ | $\Theta_{\text{ext,v}} > 22^\circ \text{C}$ |
|----------|--|--|---|
| Zona | V1 | V2 | V3 |

Tabela 3.4 - Critérios para a determinação da zona climática de inverno

| Critério | $GD \leq 1300$ | $1300 < GD \leq 1800$ | $GD > 1800$ |
|----------|----------------|-----------------------|-------------|
| Zona | I1 | I2 | I3 |

II. Ventilação e QAI

O Decreto-Lei 118/2013 remete para a Portaria nº353-A/2013, no que respeita os requisitos de ventilação e Qualidade do Ar Interior. Esta portaria estabelece os valores mínimos de caudal de ar novo por espaço, em função de:

- Ocupação
- Características do próprio edifício e dos seus sistemas de climatização

E estabelece os limiares de proteção para as concentrações de poluentes de ar interior. Ou seja, a ventilação dos espaços e a Qualidade do Ar Interior continuam a ser tratadas lado a lado, sendo a segunda consequência da primeira.

A. Caudal de ar novo

O cálculo do caudal mínimo de ar novo a considerar para um espaço deve ser determinado de acordo com um dos seguintes métodos, sendo uma opção do projetista AVAC qual o método de cálculo a adotar.

Em ambos os casos tem que se observar sempre o critério de verificação no edifício da existência de um caudal mínimo de ar novo necessário à diluição da carga poluente devida aos materiais do edifício ou utilização do espaço.

| | |
|------------------|--------------------|
| Método analítico | Método prescritivo |
|------------------|--------------------|

a) Método analítico

Neste método aplica-se a evolução temporal da concentração de dióxido de carbono (CO₂) previsível no espaço em função do respetivo perfil de ocupação, perfil de ventilação e características físicas dos ocupantes.

As regras bases deste método são as seguintes:

- O caudal mínimo de ar novo a considerar por aplicação deste método deve corresponder ao menor valor de caudal de ar necessário para cumprir o limiar de proteção do CO₂ durante o período de ocupação do espaço.
- O caudal mínimo de ar novo não poderá ser inferior ao necessário à diluição da carga poluente devida aos materiais do edifício ou utilização do espaço.
- Para efeitos de aplicação do método analítico, o valor da concentração de CO₂ no exterior deve ser 702 mg/m³, correspondente a 390ppm à pressão atmosférica normal e a 25°C.
- O caudal mínimo de ar novo é calculado através de um processo de cálculo da concentração média de CO₂ durante o período de ocupação, no qual o valor do caudal de ar novo (Q_{AN}) é ajustado até ser assegurado que não é excedido o limiar de proteção para a concentração de CO₂.

b) Método prescritivo

Este método baseia-se na determinação dos caudais de ar novo que garantem a diluição da carga poluente devido aos ocupantes do espaço e em função do tipo de atividade física (atividade metabólica aí desenvolvida).

As regras base deste método são as seguintes:

- O caudal mínimo de ar novo a considerar é o maior dos valores determinados para os dois tipos de carga poluente: atividade metabólica dos ocupantes e caudal necessário à diminuição da carga poluente devida aos materiais do edifício ou utilização do espaço.
- Para os espaços em que o tipo de atividade seja “sono” não dever ser calculado o caudal mínimo de ar novo em função da área, sendo o requisito verificado unicamente em função da ocupação.
- Em espaços ocupados por pessoas com mais de um tipo de atividade, tem de ser calculada a média ponderada do nível de atividade metabólica.

Excluem-se do cumprimento de valores de caudal mínimo de ar novo ou da verificação de condições de adequada ventilação natural, as seguintes situações:

| | |
|--|---|
| Espaços excluídos dos requisitos de ventilação | <u>corredores</u> |
| | <u>balneários</u> |
| | <u>instalações sanitárias</u> |
| | <u>arrumos</u> |
| | <u>armazéns</u> |
| | <u>copas</u> |
| | <u>espaços ocupados menos de 2h por dia</u> |
| <u>Espaços técnicos com fontes poluentes específicas</u> | |

B. Tipo de ventilação

Existem três tipos de estratégias de ventilação, a natural, a forçada e a híbrida. A ventilação natural é baseada no fornecimento de ar novo a um espaço de forma natural, ou seja, sem recurso a qualquer dispositivo mecânico.

Para assegurar uma ventilação natural que cumpra com os requisitos da QAI é necessário ter em atenção uma série de parâmetros, tais como a localização do edifício (qualidade do ar exterior, temperatura, humidade, nível de ruído, direção e velocidade do vento e configuração urbana) e o edifício em si (fontes de poluentes interiores, fontes de calor, posicionamento e dimensões de aberturas, orientação do edifício e temperatura interior).

Para que um espaço possa ser considerado como adequadamente ventilado com recurso a meios naturais, devem ser verificadas as condições previstas para o efeito no método base ou nos métodos simplificado ou condicional.

A verificação, pelo método base, da conformidade do sistema de ventilação natural do espaço ou do edifício relativamente aos requisitos de caudal mínimo do ar novo, deve ser efetuada com base num cálculo horário da taxa de renovação de ar baseado em métodos que satisfaça os requisitos da norma EN 15 242.

O método simplificado é aplicado em edifícios com o máximo de quatro pisos e nos espaços em que não se desenvolvam atividades que impliquem a emissão de poluentes específicos e que não disponham de aparelhos de combustão.

O método condicional é aplicável em edifícios com o máximo de quatro pisos e nos espaços em que não se desenvolvam atividades que impliquem a emissão de poluentes específicos e que não disponham de aparelhos de combustão considera-se que pode existir um caudal de ventilação natural adequado quando satisfeitas cumulativamente, as seguintes condições gerais:

- A área útil total das aberturas na envolvente exterior não deve ser inferior a 4% da área de pavimento do espaço com ventilação natural.

- Para a determinação da área útil das aberturas deve ser considerado o efeito dos elementos de enquadramento do vão e as proteções solares fixas que reduzam a área útil da abertura das janelas.

- Caso a ventilação seja assegurada pelas janelas, estas devem ser adequadas para ventilação natural.

A ventilação mecânica baseia-se na utilização de sistemas e equipamentos que promovam a renovação do ar interior por extração do ar do espaço e/ou insuflação de ar exterior ou de ar tratado numa mistura com ar novo vindo do exterior. Neste tipo de ventilação deve ser garantida a distribuição homogénea de ar novo em toda a zona ocupada do espaço e a existência de sistemas de ventilação apropriados para a renovação do ar interior que garantam o caudal mínimo de ar novo de acordo com o previsto no RECS.

III. Envolvente Térmica

Os elementos e soluções construtivas de edifícios novos e sujeitos a intervenções devem estar devidamente caracterizados em termos do seu comportamento térmico ou das características técnicas que possam determinar ou afetar esse comportamento.

No âmbito do RECS considera-se o somatório da área de pavimento de todas as zonas térmicas do edifício ou fração, desde que tenham consumo de energia elétrica ou térmica, registado no contador, independentemente da sua função e da existência de sistema ou climatização, sendo a área medida pelo interior dos elementos que delimitam as zonas térmicas do exterior e entre si. Um espaço complementar corresponde a uma zona térmica sem ocupação humana permanente atual ou prevista e sem consumo de energia atual ou previsto associado ao aquecimento ou arrefecimento ambiente.

A. Envolvente opaca

O coeficiente de transmissão térmica dos elementos da envolvente exterior de um edifício não poderá ser superior aos valores indicados na Tabela 3., salvo nas situações em que seja demonstrado, por simulação energética, que o cumprimento de tais requisitos conduz a um aumento dos consumos de energia.

Tabela 3.5 - Valores do coeficiente de transmissão térmica máximo admissível para a envolvente opaca

| Elemento em zona corrente da envolvente | Zona climática | | |
|---|----------------|-----|------|
| | I1 | I2 | I3 |
| Elemento opaco vertical | 1,75 | 1,6 | 1,45 |
| Elemento opaco horizontal | 1,25 | 1 | 0,9 |

B. Vãos envidraçados

Os vãos envidraçados horizontais e verticais não orientados no quadrante Norte inclusive, devem apresentar um fator solar global do vão envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar, permanentes ou móveis, totalmente ativados (g_T), que obedeça à seguinte condição.

$$g_T \cdot F_o \cdot F_f \leq g_{T \text{ máx}} \quad (3.2)$$

Com,

- g_T - Fator solar global do vão envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar, permanentes ou móveis, totalmente ativados
- F_o - Fator de sombreamento por elementos horizontais sobrejacentes ao envidraçado, compreendendo palas e varandas
- F_f - Fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado, compreendendo palas verticais
- $g_{T \text{ máx}}$ - Fator solar global máximo admissível

IV. Sistemas de Climatização

Os sistemas de climatização a instalar em edifícios de comércio e serviços, devem cumprir com princípios de dimensionamento, requisitos específicos para os subsistemas de produção e distribuição de energia, em função do tipo de sistema ou equipamento e respetivas características técnicas, e requisitos de controlo, regulação e monitorização.

As instalações de climatização com potência térmica nominal global superior a 25kW devem ser objeto de elaboração de projeto de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC), por projetista reconhecido para o efeito.

Os requisitos a cumprir no âmbito da produção têm a ver com a eficiência mínima dos sistemas. Com base na classificação do Eurovent[15], a classe de eficiência mínima agora em vigor é 'C' para todos os tipos de equipamento. No caso dos sistemas que não constem na lista dos produtos certificados na respetiva categoria Eurovent aplica-se o requisito equivalente em termos de EER e COP tendo por base o menor valor previsto na respetiva matriz de classificação indicada nas Tabelas A.2 até A.5 no Anexo A.

No âmbito da distribuição as unidades de tratamento de ar devem pertencer a uma gama certificada e classificada pela Eurovent e obedecer a uma eficiência mínima de classe 'D'.

V. Sistemas de preparação de AQS

Para edifícios novos e de grande intervenção, independentemente do tipo de sistema a instalar para a preparação do AQS, este deve incluir obrigatoriamente soluções para aproveitamento de energia solar térmica, sempre que existe área de cobertura disponível.

No âmbito da produção, as caldeiras têm de obedecer aos requisitos mínimos de eficiência igualmente aos critérios da climatização. As bombas de calor para a preparação de água quente devem ter um COP mínimo de 3. Os termoacumuladores elétricos devem ter uma eficiência mínima segundo a Tabela A.6 em anexo. No âmbito da distribuição deverão ser cumpridos os mesmos requisitos previstos para os sistemas de climatização.

VI. Sistemas de Iluminação

No projeto de iluminação é necessária a seleção de luminárias com elevados rendimentos, fontes de luz e acessórios com níveis de eficiência em conformidade com a regulamentação europeia. É necessário o controlo de iluminância, ou seja, esta não poderá exceder em mais de 30% os valores presentes no ponto 5.3 “ Requisitos de iluminação para espaços interiores, tarefas e atividades” da EN 12464-1.

As potências dos sistemas de iluminação a instalar não poderão exceder os valores indicados na tabela A. em anexo, na qual também são indicados os valores dos fatores de correção a utilizar pela existência dos sistemas de controlo. Para os espaços ausentes na tabela devem ser adotados os mais similares.

A escolha das soluções de controlo e regulação para qualquer edifício de comércio e serviços, deverá ser feita em função das exigências operacionais das instalações e do potencial de aumento sustentável de eficiência energética que resulte da sua implementação, sendo no mínimo obrigatória a adoção de funções assinaladas na tabela x nos anexos e para as situações de edifícios novos e de grande intervenção.

VII. Elevadores

Os elevadores a instalar em edifícios de comércio e serviços devem obedecer ao requisito mínimo de classe de eficiência energética ‘C’

VIII. Sistemas de Energias Renováveis

A conceção de sistemas técnicos nos edifícios de comércio e serviços devem envolver o estudo de implementação de soluções para a utilização de fontes de energia renovável que, independentemente do disposto para a utilização de energia solar térmica na preparação de água quente, devem abranger pelo menos elementos do tipo solares, eólicos, biomassa ou geotérmico tendo em conta o ambiente e as condições existentes.

3.2.2 - Edifícios Existentes

No caso dos edifícios existentes, e de alguns edifícios sujeitos a grandes intervenções existem situações em que se verifica a impossibilidade ou limitação no acesso a informação por isso existem regras de simplificação a utilizar neste tipo de edifícios.

I. Envolvente

No que diz respeito ao levantamento dimensional este deve corresponder à realidade construída, devendo-se recorrer sempre à melhor informação disponível.

As medições necessárias ao levantamento dimensional devem ser efetuadas pelo interior, podendo ser aplicadas, de forma isolada ou em simultâneo regras de simplificação, indicadas na Tabela 01 - Regras de simplificação aplicáveis ao levantamento dimensional do Despacho (extrato) n.º 15793-E/2013.

A. *Transferência de calor por transmissão através da envolvente*

No âmbito do cálculo das perdas planas de calor por condução através da envolvente, caso as soluções construtivas, designadamente o isolamento térmico contínuo pelo exterior e paredes exteriores em alvenaria de pedra, garantam a ausência ou reduzida contribuição de zonas de ponte térmica plana, dispensa-se a determinação rigorosa das áreas e dos coeficientes de transmissão térmica das zonas de pilares, vigas, caixas de estore e outras heterogeneidades, podendo ser considerado para estes elementos o coeficiente de transmissão térmica da zona corrente da envolvente.

Nas situações em que não existam evidências de que a solução construtiva garante a ausência ou reduzida contribuição de zonas de ponte térmica plana, dispensa-se a determinação rigorosa das áreas e dos coeficientes de transmissão térmica das zonas de pilares, vigas, caixas de estore e outras heterogeneidades, podendo ser considerado para estes elementos o coeficiente de transmissão térmica determinado para a zona corrente, agravado em 35%.

B. *Ganhos solares brutos*

Para efeitos de cálculo dos ganhos solares brutos, o produto $F_s.F_g$ necessário à determinação dos ganhos solares através de cada vão envidraçado poderá ser determinado de uma forma expedita, dispensando a avaliação rigorosa dos ângulos formados por elementos horizontais ou verticais sobrepostos aos vãos envidraçados, como palas, varandas, outros elementos do mesmo edifício, e por elementos provocadores de obstruções do horizonte.

Na estação de aquecimento, o produto $F_s.F_g$ poderá ser calculado assumindo os valores indicados na Tabela 04 do Despacho (extrato) n.º 15793-E/2013, mantendo-se a condição que, em nenhum caso o produto deverá ser menor que 0,27.

Na estação de arrefecimento, o produto $F_s.F_g$ poderá ser calculado assumindo os valores indicados na Tabela 05 do Despacho (extrato) n.º 15793-E/2013.

II. Ventilação

Para efeito de cálculo do consumo de energia dos ventiladores e na ausência de outra informação, poderá ser considerada uma potência elétrica de 16 W por cada 50 m³/h de ar extraído.

III. Eficiência dos sistemas técnicos

No âmbito do cálculo das necessidades nominais globais de energia primária, N_{tc} , a determinação da eficiência dos equipamentos de produção nos sistemas técnicos de climatização e de produção de águas quentes sanitárias (AQS) de edifícios existentes deverá ser feita de acordo com a seguinte hierarquia de fontes de informação:

- a) Preferencialmente, pelos resultados de inspeção ou medição realizada no último ano, por entidade habilitada para o efeito;
- b) Em alternativa a resultados de medições, será permitida a utilização de informação técnica fornecida pelos fabricantes, com base em ensaios normalizados, mediante a verificação do adequado funcionamento dos sistemas.

3.2.3 - Metodologias de Cálculo - IEE

I. Indicadores de Eficiência Energética

O desempenho energético de um edifício de comércio e serviços é aferido pela determinação do seu Indicador de Eficiência Energética (IEE). Este indicador é determinado com base no somatório dos diferentes consumos anuais de energia, agrupados em indicadores parciais e convertidos para energia primária por unidade de área interior útil de pavimento, tendo por base a seguinte expressão:

$$IEE = IEE_s + IEE_T - IEE_{ren} \left[\frac{kWh_{EP}}{m^2} \cdot ano \right] \quad (3.3)$$

Em que IEE_s representa os consumos de energia que são considerados para efeito de cálculo da classificação energética do edifício, sendo determinado pela expressão seguinte e considerando os consumos anuais de energia por fontes de energia i , $ES_{,i}$, para as funções indicadas na Tabela 3.6;

$$IEE_S = \frac{1}{A_p} \sum_i (E_{S,i} \cdot F_{pu,i}) \quad (3.4)$$

Onde,

- $E_{S,i}$ - Consumo de energia por fonte de energia i para usos do tipo S , [kWh/ano]
- A_p - Área útil do pavimento, [m²]
- $F_{pu,i}$ - Fator de conversão de energia útil para energia primária que traduz o rendimento global do sistema de conversão de energia primária, de acordo com Despacho do Diretor-Geral de Energia e Geologia, [kWep/kWh]

O IEE_t representa os consumos de energia que não são considerados para efeitos de cálculo da classificação energética do edifício, sendo determinado pela expressão seguinte e considerados os consumos anuais de energia por fonte de energia i , $E_{T,i}$, para as funções indicadas na Tabela 3.6.

$$IEE_T = \frac{1}{A_p} \sum_i (E_{T,i} \cdot F_{pu,i}) \quad (3.5)$$

Onde,

- $E_{S,i}$ - Consumo de energia por fonte de energia i para usos do tipo T , [kWh/ano]
- A_p - Área útil do pavimento, [m²]
- $F_{pu,i}$ - Fator de conversão de energia útil para energia primária que traduz o rendimento global do sistema de conversão de energia primária, de acordo com Despacho do Diretor-Geral de Energia e Geologia, [kWep/kWh]

Tabela 3.6 - Especificação do tipo de consumos

| Consumos no IEE _S | Consumos no IEE _T |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - aquecimento e arrefecimento ambiente, incluindo humidificação e desumidificação - ventilação e bombagem em sistemas de climatização - aquecimento de águas sanitárias e de piscinas - iluminação interior - elevadores, escadas e tapetes rolantes (a partir de 1 de janeiro de 2016) - iluminação exterior (a partir de 1 de janeiro de 2016) | <ul style="list-style-type: none"> - ventilação e bombagem não associada ao controlo de carga térmica - equipamentos de frio - iluminação dedicada e de utilização pontual - elevadores, escadas e tapetes rolantes (até 31 de dezembro de 2015) - iluminação exterior (até 31 de dezembro de 2015) - todos os restantes equipamentos e sistemas não incluídos em IEE_S |

A. Tipos de indicador de eficiência energética

Distinguem-se os seguintes tipos de indicador de eficiência energética:

a) IEE previsto (IEE_{pr}), o qual procura traduzir o consumo anual de energia do edifício com base na localização do edifício, nas características da envolvente, na eficiência dos sistemas técnicos e nos perfis de utilização previstos para o edifício, e que inclui as três parcelas da expressão geral, conforme a seguir indicado:

$$IEE_{pr} = IEE_{pr,S} + IEE_{pr,T} - IEE_{pr,REN} \left[\frac{kWh_{EP}}{m^2} \cdot ano \right] \quad (3.6)$$

b) IEE efetivo (IEE_{ef}), o qual traduz o consumo anual de energia do edifício, obtido com base no histórico de faturas de energia, e/ou alternativamente considerando os resultados de uma avaliação energética realizado numa base de tempo anual, bem como os dados provenientes de um sistema de gestão de energia;

c) IEE de referência (IEE_{ref}), o qual procura traduzir o consumo anual de energia do edifício, caso este fosse dotado de soluções de referência para alguns dos elementos da envolvente e para alguns dos seus sistemas técnicos, mantendo inalteradas as demais características do edifício.

Este indicador inclui as seguintes duas parcelas da expressão geral:

$$IEE_{ref} = IEE_{ref,S} + IEE_{ref,T} \left[\frac{kWh_{EP}}{m^2} \cdot ano \right] \quad (3.7)$$

a) Métodos de Determinação dos Indicadores IEE

Para efeitos de aplicação do presente diploma, distinguem-se os seguintes métodos para determinação do IEE de um edifício de comércio e serviços:

- Método de previsão do IEEpr por simulação dinâmica multizona;
- Método de previsão do IEEpr por cálculo dinâmico simplificado;
- Método de determinação do IEEef por consumo efetivo.

Tabela 3.7 - Tipo de método usado por edifício

| Tipo de edifício | Método | Novo | Existente | Grande intervenção |
|---|--------|------------------------------|-----------------|------------------------------|
| Pequeno edifício de comércio e serviços (PES) | Base | Simulação dinâmica multizona | Consumo efetivo | Simulação dinâmica multizona |

| | | | | |
|--|----------------|--|--|--|
| | Alternativo(s) | Cálculo dinâmico simplificado (monozona) | Simulação dinâmica multizona ou cálculo dinâmico simplificado (monozona) | Cálculo dinâmico simplificado (monozona) |
| Grande edifício de comércio e serviços (GES) | Base | Simulação dinâmica multizona | Consumo efetivo | Simulação dinâmica multizona |
| | Alternativo(s) | Não aplicável | Simulação dinâmica multizona | Não aplicável |
| GES sujeito a PRE, com medidas de melhoria no sistema de climatização e/ou na envolvente | Base | Não aplicável | Simulação dinâmica multizona | Não aplicável |
| | Alternativo(s) | Não aplicável | Não aplicável | Não aplicável |
| GES sujeito a PRE sem medidas de melhoria no sistema de climatização ou na envolvente | Base | Não aplicável | Simulação dinâmica multizona | Não aplicável |
| | Alternativo(s) | Não aplicável | Cálculo anual simples | Não aplicável |

b) Métodos de Simulação Dinâmica Multizona

A determinação do IEE com base no método de simulação dinâmica multizona deve ser realizada por programa acreditado pela norma ASHRAE 140, como o DesignBuilder, o qual deve ter, no mínimo, capacidade para modelar:

- a. Mais do que uma zona térmica;
- b. Com um incremento de tempo horário e por um período de um ano civil, contabilizado em 8760 horas;
- c. A variação horária das cargas internas, diferenciadas em ocupação, iluminação e equipamentos;
- d. Os pontos de ajuste dos termostatos das zonas térmicas e a operação dos sistemas de climatização, permitindo a respetiva parametrização, de forma independente, para dias da semana e fins-de-semana;
- e. A recuperação de calor do ar de rejeição;
- f. O efeito da massa térmica do edifício.

Tabela 3.8 - Elementos mínimos a considerar no levantamento e/ou caracterização do edifício para efeitos de aplicação do método de simulação dinâmica multizona

| Tipo de | Aspeto(s) a levantar/caraterizar por zona térmica |
|---|---|
| Volumetria | <ul style="list-style-type: none"> - Tipo de espaço - Pé-direito - Áreas em contato com o solo, áreas totais do pavimento do espaço, da envolvente vertical e da envolvente horizontal, exterior e interior, |
| Envolvente | <ul style="list-style-type: none"> - Materiais de construção ou características térmicas das soluções construtivas - Inércia térmica ou propriedades dos materiais |
| Ocupação | <ul style="list-style-type: none"> - Densidade e perfil de ocupação do espaço |
| Sistemas de Climatização | <ul style="list-style-type: none"> - Tipo e características técnicas dos sistemas para aquecimento e/ou arrefecimento e respetivo perfil de funcionamento - Tipo e características técnicas dos sistemas mecânicos de extração e/ou insuflação de ar novo e respetivo perfil de funcionamento - Apenas no caso de grandes edifícios de comércio e serviços existentes, o rendimento de caldeiras com potência térmica nominal superior a 100 kW determinada por medição efetiva ou por monitorização |
| Água quente sanitária e de | <ul style="list-style-type: none"> - Tipo e características técnicas do(s) sistema(s) de aquecimento de água sanitária e de piscinas, incluindo o respetivo consumo diário |
| Iluminação | <ul style="list-style-type: none"> - Tipos e potências dos equipamentos de iluminação artificial interior e exterior e respetivo perfil de funcionamento |
| Elevadores, escadas e tapetes rolantes (a partir de 1 de janeiro de 2016) | <ul style="list-style-type: none"> - Potência do(s) motor(es), tempo médio em manobra, carga nominal e velocidade nominal |
| Outros equipamentos e consumos | <ul style="list-style-type: none"> - Densidade e perfil de utilização dos equipamentos cuja dissipação de energia ocorra para o espaço - Outros consumos (média anual) que não resultam em cargas térmicas para os espaços considerados |

II. Métodos de Cálculo Dinâmico Simplificado

No método de cálculo dinâmico simplificado, o IEEpr deve ser determinado tendo por base:

a) Balanço de energia numa base horária, descrito na norma EN ISO 13790 (segundo o modelo RC de uma zona e de três-nodos ou 5R1C), para a estimativa das necessidades de energia em aquecimento e em arrefecimento;

b) Estimativa do consumo de energia feita através de cálculo anual simples, tendo por base as regras e orientações apresentadas para o efeito na presente portaria, para os restantes usos de energia e com exceção do aquecimento e arrefecimento.

A aplicação da norma EN ISO 13790 referida no número anterior para estimativa das necessidades energéticas para aquecimento e arrefecimento deve ainda assumir como simplificações metodológicas e pressupostos, os seguintes elementos de informação:

a) O cálculo das necessidades de energia para aquecimento e arrefecimento para uma zona térmica;

b) A introdução de perfis de utilização em hora solar;

c) A utilização de dispositivos de sombreamento sempre que a radiação solar incidente na fachada exceda os 300 W/m²;

d) Fator solar, fatores de obstrução, fração envidraçada, coeficiente de redução de perdas de espaços complementares (apenas quando superior a 0,7) e edifícios adjacentes, coeficiente de absorção à radiação solar da envolvente opaca e pontes térmicas planas, quando consideradas, coeficientes de transmissão térmica da envolvente exterior, interior e em contacto com o solo, calculados de acordo com o estabelecido no REH.

III. Métodos de Consumo Efetivo

No método do consumo efetivo, o IEE_{ef} é calculado a partir do consumo médio anual de energia final (E_f), por fonte de energia (i), expresso em kWh, e tendo em conta o respetivo fator de conversão para energia primária (F_{pi}), e a área interior útil de pavimento do edifício A_p .

$$IEE_{ef} = \frac{1}{A_p} \sum_i E_{fi} \cdot F_{pi} \left[\frac{kWh_{EP}}{m^2} \cdot ano \right] \quad (3.8)$$

Adicionalmente ao disposto no número anterior, é necessária a quantificação individual e devidamente justificada dos diferentes consumos médios anuais, desagregados pelos principais tipos de utilização e formas de energia para, pelo menos, um dos termos IEE₅ ou IEE_T, de acordo com a metodologia a definir em Despacho do Diretor-Geral de Energia e Geologia.

Para a determinação do consumo médio anual de energia final por fonte de energia e do consumo anual desagregado por tipos de utilização, consideram-se cumulativamente as seguintes fontes ou formas de informação:

a) Faturas de energia e/ou registos de contagem de energia dos últimos 36 meses de utilização do edifício, sendo possível considerar um período inferior, desde que corresponda, no mínimo, a 12 meses e seja representativo do funcionamento normal do

edifício;

b) Resultados de uma avaliação energética, bem como os dados provenientes de um sistema de gestão de energia.

IV. Determinação do IEE_{ref}

O cálculo do IEE_{ref} deve considerar as soluções de referência especificadas na Tabela I.07, mantendo inalteradas todas as demais características e soluções previstas ou adotadas no edifício.

Nos casos de edifícios novos em funcionamento e de edifícios existentes enquadráveis, a determinação do IEE_{ref} deve ser suportada por uma avaliação energética em que se efetue o levantamento e/ou caracterização de, pelo menos, os elementos indicados na Tabela I.08. (anexo)

3.2.4 Determinação da Classe Energética

No caso de pré-certificado e certificados SCE de edifícios de comércio e serviços, a classe energética é determinada através do rácio de classe energética, RIEE.

$$RIEE = \frac{IEE_S - IEE_{REN}}{IEE_{ref,S}} \quad (3.9)$$

Onde,

- IEE_S Indicador de Eficiência Energética, obtido de acordo com o disposto na Tabela 3.6, consoante o tipo de edifício e se se trata de novo, existente ou sujeito a grande intervenção relativamente aos consumos do tipo S;
- IEE_{ref,S} - Indicador de Eficiência Energética de referência associado aos consumos anuais de energia do tipo S;
- IEE_{ren} - Indicador de Eficiência Energética renovável associado à produção de energia elétrica e térmica a partir de fontes de energias renováveis.

A conjugação das variáveis referidas no ponto anterior para determinação da classe energética deverá ser feita com recurso à Tabela 3.9, arredondado a duas casas decimais, sendo a classe a atribuir aquela que corresponder à condição verdadeira verificada numa escala de 8 classes possíveis

Tabela 3.9 - Cálculo do RIEE

| Classe Energética | Valor de RIEE |
|-------------------|----------------------------|
| A+ | $RIEE \leq 0,25$ |
| A | $0,26 \leq RIEE \leq 0,50$ |
| B | $0,51 \leq RIEE \leq 0,75$ |
| B- | $0,76 \leq RIEE \leq 1,00$ |
| C | $1,01 \leq RIEE \leq 1,50$ |
| D | $1,51 \leq RIEE \leq 2,00$ |
| E | $2,01 \leq RIEE \leq 2,50$ |

| | |
|---|------------------|
| F | RIEE \geq 2,51 |
|---|------------------|

3.2.5 Manutenção

Para uma gestão eficaz de energia é importante o equilíbrio entre três pilares fundamentais, nomeadamente a Gestão de Energia, Desempenho Energético e Engenharia de Manutenção (figura 3.3).

A manutenção tem principal relevância quando o tema é eficiência energética.

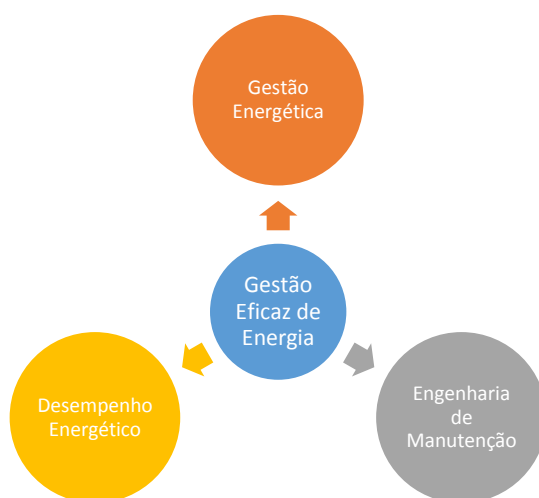


Figura 3.3 - Pilares da gestão de energia

A manutenção como atividade essencial para o nosso dia-a-dia terá de ser pensada logo no projeto inicial dos edifícios e suas instalações através da conceção, a pensar na manutibilidade e na durabilidade de cada um dos seus componentes, na sua realização por técnicos e operários competentes e munidos das ferramentas adequadas. Tal como na indústria, pretende-se a otimização da disponibilidade das instalações dos edifícios. A prática corrente irá progredir, a exemplo do que aí aconteceu, da simples manutenção reativa correntemente aplicada à maioria das instalações e edifícios existentes, para uma manutenção condicionada.

Estes três conceitos de manutenção, fazem parte de uma manutenção planeada, podendo ser definidos do seguinte modo:

- **Manutenção Preventiva** - Intervenção de manutenção efetuada de forma preventiva de acordo com critérios prescritos, que visam reduzir a degradação, perda ou falha dos ativos, sendo ordenadas segundo critérios predeterminados em função da normal utilização e degradação natural daquelas infraestruturas e equipamentos, tendo em atenção a sua vida útil.
- **Manutenção Preventiva Sistemática** - Intervenção de manutenção efetuada a intervalos de tempo bem definidos, segundo um número definido de unidades de utilização, mas sem controlo prévio do estado do bem.

- **Manutenção Preventiva Condicionada** - Intervenção de manutenção baseada na vigilância das condições de funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos intrínsecos ao funcionamento, integrando as ações daí decorrentes. São ações condicionadas à medição de parâmetros pré-definidos (ou determinados) que revelam, em função das condições reais de funcionamento, a degradação de um determinado equipamento, sistema, componente ou elemento construtivo. A medição e registo dos valores reais executados de uma forma sistemática e periódica, permite obter-se uma análise histórica da evolução de parâmetros significativos da degradação dos ativos.

Tendo como exemplo de manutenção não planeada, a corretiva;

- **Manutenção Corretiva ou reativa** - Intervenção de manutenção que não faz (inicialmente) parte do planeamento de manutenção e que visa restabelecer as condições normais de funcionamento dos ativos quando a degradação e/ou destruição das mesmas não resultem do desgaste corrente ou uso razoável e apropriado aos fins a que se destina. São intervenções induzidas após constatação da (possível) degradação da função principal do ativo que permite concluir o serviço.

Neste âmbito o Regulamento de Edifícios de Comércio e Serviços faz várias menções relativamente a medidas obrigatórias no âmbito da manutenção.

Na secção dos princípios gerais do Decreto-Lei 118/2013 sobre a manutenção é definido que os sistemas técnicos dos edifícios abrangidos pelo presente capítulo devem ser instalados, conduzidos e mantidos de modo a garantir o seu funcionamento em condições otimizadas de eficiência energética e de promoção da qualidade do ar interior.

Também, na instalação, condução e manutenção dos equipamentos e sistemas técnicos devem ser tidos em particular atenção por parte do TIM (Técnico de instalação e manutenção):

- a) Os requisitos de instalação;
- b) A qualidade, organização e gestão da manutenção, incluindo o respetivo planeamento, os registos de ocorrências, os detalhes das tarefas e das operações e outras ações e documentação necessárias para esse efeito;
- c) A operacionalidade das instalações através de uma condução otimizada que garanta o seu funcionamento em regimes de elevada eficiência energética.

Portanto o TIM tem de coordenar ou executar as atividades de planeamento, verificação, gestão da utilização da energia, instalação e manutenção relativas a edifícios e sistemas técnicos.

É ato próprio do TIM elaborar o plano de manutenção para edifícios novos ou existentes com uma potência térmica nominal para climatização superior a 250kW e garantir a correta manutenção do edifício e dos seus sistemas técnicos, supervisionar as atividades realizadas

nesse âmbito e assegurar a gestão e atualização de toda a informação técnica relevante no caso de instalações com mais de 25 kW de potência nominal de climatização instalada ou prevista instalar.

Capítulo 4

Ferramenta de Apoio à Certificação Energética em Edifícios de Serviço

Com a atualização do regulamento em Dezembro de 2013, as ferramentas existentes para o processo de certificação ficaram desatualizadas. Propus-me então criar uma nova aplicação na qual fosse possível um preenchimento automático para que a obtenção dos dados necessários para a simulação no programa DesignBuilder surgisse mais facilmente.

Escolheu-se o programa Excel para o desenvolvimento da aplicação, uma vez que é uma ferramenta que as empresas, neste caso a Manvia, estão mais habituadas a utilizar. É também uma ferramenta bastante apropriada para o desenvolvimento deste tipo de aplicações.



4.1 - Funcionamento Geral e Regras Transversais

Inicialmente, como já mencionado no capítulo anterior, para a realização da certificação energética é necessário verificar os valores de referência do edifício, através do estipulado pela Portaria nº349-D/2013, e respetivos Despachos aí mencionados. Os valores previstos do edifício serão calculados, seguindo orientação da mesma Portaria, através das características reais do edifício.

Para que a ferramenta seja de fácil usabilidade e para que seja utilizada de uma forma intuitiva, definiram-se logo desde o início as seguintes opções.

1. Para se perceber o que é necessário preencher/escolher, e o que é de cálculo automático, definiram-se duas cores:

Tabela 4.1 - Legenda de cores usadas na ferramenta

| | |
|--------------------|---|
| Preencher/escolher |  |
| Automático |  |

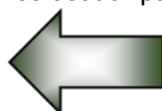
2. O uso da seguinte forma significa um botão de ajuda sobre o tema onde esta inserida:



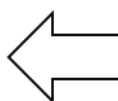
3. O uso da seguinte forma significa um botão de informação sobre a aplicação e/ou sobre o tema onde está inserido:



4. O uso da seguinte forma serve para retroceder para a página inicial:



5. O uso da seguinte forma serve para retroceder para a página anterior:



6. O uso da seguinte forma serve para a impressão em pdf da informação da respetiva página:



7. Todas as tabelas são dinâmicas para um aumento automático geral no caso de edifício em análise conter mais informação do que esperado.

Então o primeiro passo foi a criação das folhas para preenchimento dos dados e cálculo automático dos dados, foram necessárias ao todo 11 folhas.

O segundo passo foi construir uma folha onde se pudesse colocar os valores da auditoria ao edifício, isto é, os consumos reais medidos no quadro elétrico. De seguida já se terá a informação suficiente para se passar para a etapa seguinte, a simulação multizona. Duas simulações serão necessárias, uma com os valores previstos e outra com os valores de referência.

Finalmente poderá ser feito o cálculo do rácio da classe energética. Para uma melhor compreensão dos passos foi criado um interface de modo a que seja mais perceptível o seu funcionamento.

Nesta ferramenta é também possível a colocação do estudo com melhorias para o cálculo de nova classe energética. E Por fim a possibilidade de impressão em pdf dos valores finais.

| Zona a classificar | Área (m ²) |
|--------------------|------------------------|
| Restaurante | 134 |
| Bar | 74 |
| Escritório | 30 |
| Recepção | 157 |
| Sala | 240 |
| Cozinhas | 160 |
| Despensas | 45 |
| Casas de banho | 255 |
| Área técnica | - |

| RESUMO | |
|-----------------------------------|------|
| RIEE | 1,27 |
| Classe Energética | C |
| RIEE 1 | 1,13 |
| Classe Energética com Melhorias 1 | C |
| RIEE 2 | 0,76 |
| Classe Energética com Melhorias 2 | B- |

Figura 4.1 - Interface da ferramenta criada com exemplo de um hotel

Do lado esquerdo é possível observar um local para se colocar a tipologia do edifício, uma informação meramente informativa, neste caso um hotel. Em baixo, ainda do lado esquerdo encontra-se a tabela com a zona a classificar e a respetiva área, como se pode observar está com um fundo verde, portanto não são células de edição, esta informação foi retirada da folha de características do edifício que será analisada mais à frente.

No centro e do lado direito existem caixas de texto numerada. Estas mostram a ordem com que as folhas devem ser preenchidas. No caso da caixa de texto número 1 (Figura 4.2) estão as ligações para as 11 folhas de preenchimento dos dados do levantamento de campo e respetivos cálculos automáticos dos valores de referência.



Figura 4.2 - Destaque na imagem interface da ferramenta

No caso da caixa de texto número 2 (Figura 4.3), estão incluídas as ligações para a inserção dos valores energéticos faturados, e para a inserção dos valores medidos.



Figura 4.3 - Destaque Auditoria no interface da ferramenta

Na caixa de texto 3 (Figura 4.4) apenas apresenta uma ligação. Optou-se por se juntar na mesma folha por uma questão de praticidade os resultados da simulação e o cálculo do rácio da classe energética.



Figura 4.4 - Destaque simulação multizona e classe energética no interface da ferramenta

Finalmente a caixa de texto 4 (Figura 4.5) contem a ligação para duas janelas de cálculo de classe energética. Embora normalmente só se faça uma simulação com medidas de melhoria, optou-se por criar duas janelas, para o caso de ser necessário.

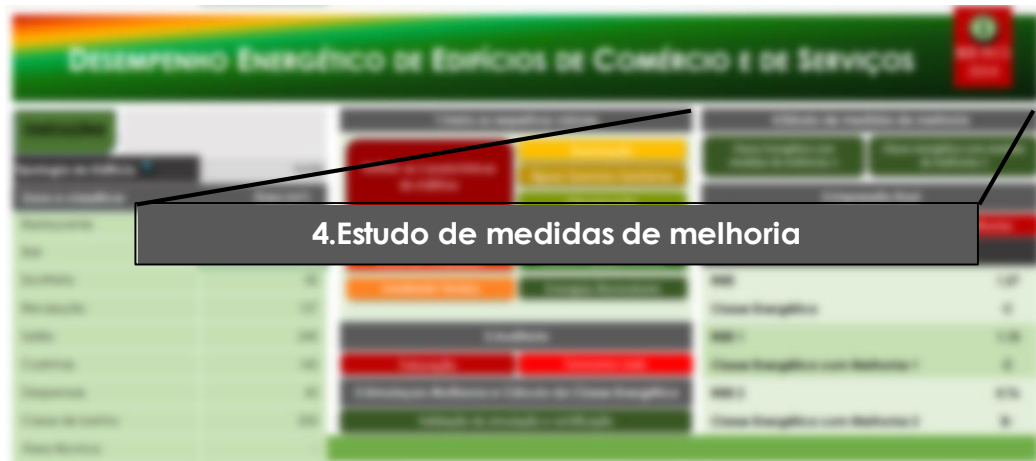


Figura 4.5 - Destaque estudo de medidas de melhoria no interface da ferramenta

No lado direito em baixo apresentam-se duas ligações para a impressão em pdf dos resultados, e o resumo das classes energéticas obtidas com a simulação e com medidas de melhoria.

4.2 - Definição dos valores Previstos e de Referência

Nesta secção irá agora ser analisado ao pormenor para que servem as folhas criadas, qual a sua utilidade e quais fórmulas usadas.

4.2.1 - Folha 1 - Caraterísticas do Edifício

É necessário uma folha inicial onde seja possível colocar as caraterísticas físicas do edifício, como a área e o pé direito medidos em cada divisão, e o tamanho e orientação de todas as janelas. Esta informação é fundamental para a construção do edifício no DesignBuilder. Aqui é feito o cálculo da densidade média de ocupação.

| Designação das áreas a analisar e respetivas características | | | | Designação das janelas e respetivas características | | | | | Áreas totais | |
|--|-------------------|-----------------------------|----------------------|---|------------------------|--|--|--|---|------|
| Pisos | Designação | Área (m²) | Pé Direito | | | | | | Área Total Envidraçada (m²) | |
| Piso 0 | Restaurante | 134 | 3 | | | | | | 38,025 | |
| | Bar | 74 | 3 | | | | | | | |
| | Escritório | 30 | 3 | | | | | | | |
| | Recepção | 157 | 3 | | | | | | | |
| Piso 1 | Salão | 240 | 3 | | | | | | Área Total Edifício (m²) | 2116 |
| | Cozinhas | 160 | 3 | | | | | | | |
| | Dispensas | 45 | 2,65 | | | | | | | |
| | Casas de banho | 255 | 2,6 | | | | | | | |
| | Área técnica | - | 3 | | | | | | | |
| | Lavandaria | 33 | 3 | | | | | | | |
| | Balneários | 24 | 2 | | | | | | | |
| | Quartos | 964 | 2,6 | | | | | | | |
| | Circulação | - | 2,6 | | | | | | | |
| | Varandas | - | - | | | | | | | |
| | Total | 2116 | | | | | | | | |
| | | | | Orientação Sul | | | | | | |
| | Janela | Altura do chão (m) | Altura da janela (m) | Largura (m) | Área (m ²) | | | | | |
| | Janela 1 | 1 | 2 | 1,2 | 2,4 | | | | | |
| | Janela 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | | | | | |
| | Janela 3 | 1 | 2 | 2 | 4 | | | | | |
| | Janela 4 | 1 | 2 | 1,2 | 2,4 | | | | | |
| | Janela 6 | 1,7 | 1,28 | 1 | 1,28 | | | | | |
| | Janela 8 | 1,7 | 1,28 | 2 | 2,56 | | | | | |
| | Janela 14 | 1,6 | 0,8 | 1,2 | 0,96 | | | | | |
| | Janela 15 | 1,6 | 0,8 | 1,2 | 0,96 | | | | | |
| | Janela 16 | 1,6 | 0,8 | 1,2 | 0,96 | | | | | |
| | Total | | | | 19,52 | | | | | |
| | | | | Orientação Norte | | | | | | |
| | Janela | Altura do chão (m) | Altura da janela (m) | Largura (m) | Área (m ²) | | | | | |
| | Janela 13 | 1,7 | 1,28 | 1 | 1,28 | | | | | |
| | Total | | | | 1,28 | | | | | |
| | | | | Orientação Oeste | | | | | | |
| | Janela | Altura do chão (m) | Altura da janela (m) | Largura (m) | Área (m ²) | | | | | |
| | Janela 7 | 1,7 | 1,28 | 2 | 2,56 | | | | | |
| | Janela 9 | 1,7 | 1,28 | 1 | 1,28 | | | | | |
| | Janela 10 | 1,7 | 1,28 | 1 | 1,28 | | | | | |
| | | | | Densidade média | | | | | | |
| | Designação | Área (m ²) | | | | | | | | |
| | Restaurante | 134 | | | | | | | | |
| | Bar | 74 | | | | | | | | |
| | Escritório | 30 | | | | | | | | |
| | Recepção | 157 | | | | | | | | |
| | Salão | 240 | | | | | | | | |
| | Cozinhas | 160 | | | | | | | | |
| | Dispensas | 45 | | | | | | | | |
| | Casas de banho | 255 | | | | | | | | |
| | Área técnica | 0 | | | | | | | | |
| | Lavandaria | 33 | | | | | | | | |
| | Balneários | 24 | | | | | | | | |
| | Quartos | 964 | | | | | | | | |
| | Circulação | 0 | | | | | | | | |

Figura 4.6 - Folha1 Características do edifício

Na Figura 4.7 mostra a tabela da densidade média de ocupação existente nesta folha. Está preenchida com dados de um exemplo de um hotel.

| Densidade média de ocupação | | | |
|-----------------------------|------------------------|-----------|--------------------------------------|
| Designação | Área (m ²) | Ocupantes | Densidade (m ² /ocupante) |
| Restaurante | 134 | 45 | 0,335820896 |
| Bar | 74 | 13 | 0,175675676 |
| Escritório | 30 | 10 | 0,333333333 |
| Recepção | 157 | 2 | 0,012738854 |
| Salão | 240 | 50 | 0,208333333 |
| Cozinhas | 160 | 5 | 0,03125 |
| Dispensas | 45 | 0 | 0 |
| Casas de banho | 255 | 0 | 0 |
| Área técnica | 0 | 2 | - |
| Lavandaria | 33 | 1 | 0,03030303 |
| Balneários | 24 | 10 | 0,416666667 |
| Quartos | 964 | 3 | 0,003112033 |
| Circulação | 0 | 1 | - |
| Varandas | 0 | 1 | - |
| Total | 2116 | | 0 |

Figura 4.7 - Tabela de densidade média de ocupação da folha 1

A densidade média de ocupação é calculada através da razão entre a área e o número de ocupantes estimados para esse local.

4.2.2 - Folha 2 - Zona Climática

Como já mencionado no capítulo 3, a localização de um edifício é de extrema importância no que respeita às necessidades térmicas do espaço interior. No projeto de construção de um edifício tem que ser tida em conta a zona climática onde este está inserido para que exista um bom aproveitamento de energia. Em Portugal, nos últimos anos, têm-se verificado invernos atípicos, com queda de neve em locais pouco habituais, e nos meses mais quentes as temperaturas chegam a ultrapassar os 40°C em alguns distritos do país. “Dada a crescente

exigência populacional quanto às condições de conforto, as pessoas não estão dispostas a suportar os inconvenientes do frio e do calor em excesso. É importante evitar, tanto quanto possível que as temperaturas internas dos edifícios sejam influenciadas pela temperatura ambiente exterior.

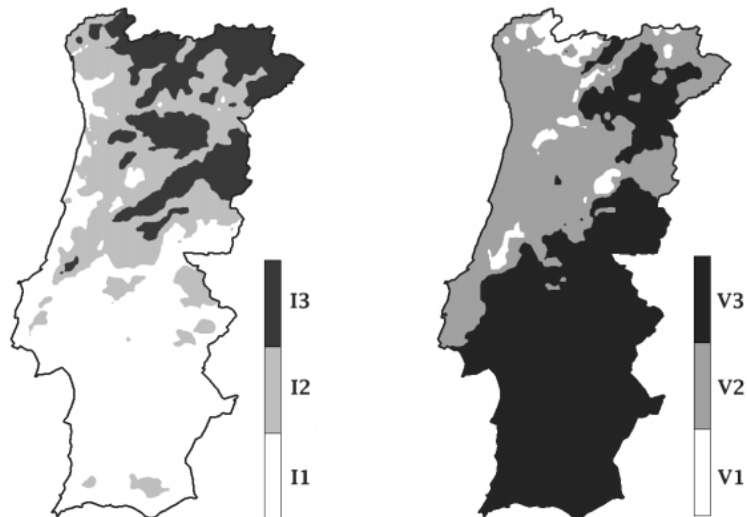


Figura 4.8 - Zonas climáticas de Inverno e de Verão respetivamente.[16]

Portugal encontra-se dividido em 3 zonas climáticas de Verão e Inverno (Figura 4.8). As zonas classificadas como I1 correspondem a locais com menores necessidades de aquecimento no Inverno enquanto as zonas I3 terão necessidades mais elevadas. Da mesma forma, no Verão, as zonas V3 terão maiores necessidades de arrefecimento do que as regiões V1. Quanto mais severo for o clima de uma região, maiores serão as exigências térmicas nos edifícios.

Nesta folha é apenas necessário escolher a Unidade Territorial e real altitude, que automaticamente se obtêm as zonas climáticas tal como os Grau-Dias, temperatura média exterior no Inverno, temperatura média exterior no Verão, etc.

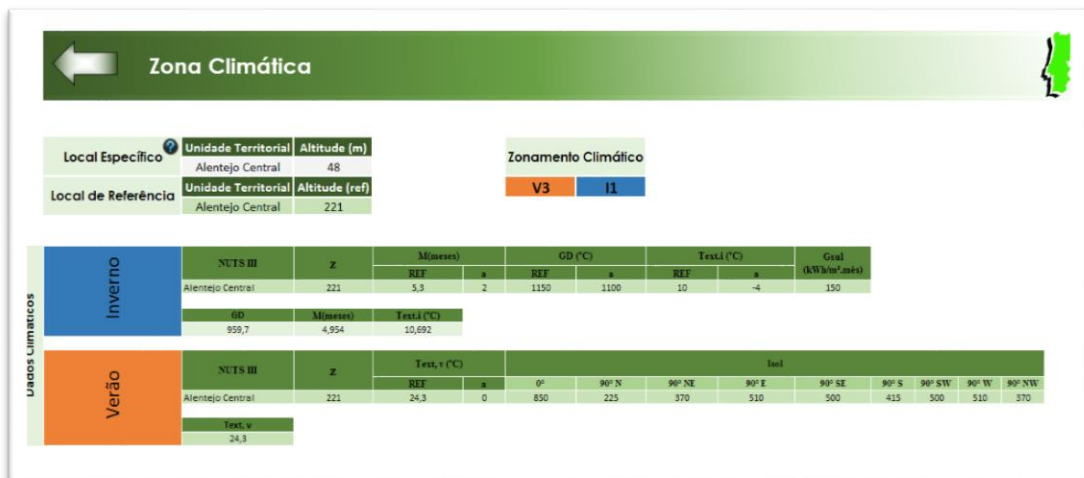


Figura 4.9 - Folha 2 Zona exemplo de zona climática

No exemplo representado temos um hotel que fica no Alentejo Central a uma altitude de 48m. Pela tabela 04 do Despacho (extrato) n.º 15793-F/2013[16] é possível retirar os valores da primeira tabela em cada zona climática. Os restantes parâmetros climáticos são definidos pela equação 3.1.

Finalmente as zonas climáticas são definidas pela Tabela 3.3 e pela Tabela 3.4.

4.2.3 - Folha 3 - Perfil de Ocupação

Nesta folha é possível observar uma estimativa do perfil de ocupação. Em caso de edifícios de serviço como hotéis é mais fácil obter-se uma estimativa mais correta, contrariamente aos casos dos hipermercados por exemplo.



Figura 4.10 - Exemplo do perfil de ocupação

4.2.4 - Folha 4 - Envolvente Térmica

As condições de conforto no interior de um edifício estão relacionadas com o tipo de materiais utilizados na construção da envolvente. Ao projetar-se um edifício deve escolher-se materiais adequados para melhorar o isolamento das janelas, paredes, pavimentos e cobertura de forma a diminuir a necessidade de climatizar reduzindo assim a fatura energética.

Nos edifícios com paredes pesadas, que têm uma elevada capacidade térmica, estas funcionam como reservatórios de calor e amortecedores térmicos, ou seja, amortecem e contrariam os picos climáticos exteriores. Estima-se que 60% da energia utilizada para o aquecimento durante o Inverno se perde por falta de isolamento, através das paredes, cobertura e pavimento.

Paredes

O sistema de isolamento mais eficaz em paredes exteriores consiste na aplicação de placas de material isolante ou aplicação contínua de espuma isolante com revestimento adequado, que pode ser pintado ou reforçado por outros materiais. A escolha depende do clima da zona, do grau de isolamento pretendido e das restrições de construção da área visada. Os materiais de isolamento térmico são geralmente materiais porosos e de baixa densidade como o EPS (Poliestireno Expandido), XPS (Poliestireno Extrudido), a PUR (espuma de Poliuretano), o ICB (Aglomerado de Cortiça) e a MW (Lã Mineral). Estes podem ser utilizados sob a forma de espuma ou soltos, placas compactas, tapetes ou placas de feltro. Para além do ICB existem ainda outros materiais de isolamento de origem natural como a Vermiculite, a Perlite e Fibra de Coco

Coberturas

As coberturas são as superfícies da envolvente que mais contribuem para as perdas de calor num edifício. Face aos benefícios imediatos em termos da diminuição das necessidades energéticas, e por se tratar de uma das medidas mais simples e menos dispendiosa, o isolamento térmico de uma cobertura é considerado uma intervenção de eficiência energética prioritária. Em coberturas inclinadas, com laje de esteira horizontal, o isolamento térmico deve ser colocado sobre esta laje. No caso de telhados sem laje de esteira horizontal o isolamento térmico deve ser aplicado sob a estrutura de fixação das telhas. No caso do isolamento pelo interior, o material isolante é colocado sob a estrutura do telhado inclinado. Em coberturas horizontais, a solução de cobertura invertida é a mais indicada. O isolamento térmico, sob a forma de placas, é aplicado sobre a impermeabilização da laje de betão, e protegido superiormente pela aplicação de uma proteção pesada. Esta solução permite aumentar a vida útil da impermeabilização ao protegê-la de amplitudes térmicas significativas.

Pavimentos

A intervenção ao nível dos pavimentos é fundamental quando estes estão em contacto direto com o exterior ou com espaços interiores não aquecidos. O isolamento térmico pode ser aplicado pelo interior ou pelo exterior da laje do pavimento. O isolamento térmico aplicado sobre a laje de fundo, depois de executada a adequada preparação e aplicada a cola apropriada. Este sistema de aplicação simples proporciona a correção das pontes de calor, tem um tempo de duração bastante longo, é resistente aos choques acidentais e não é facilmente inflamável.

Envidraçados

As superfícies envidraçadas são áreas críticas para o conforto térmico dos edifícios, pois conduzem a perdas de calor no Inverno, e ao sobreaquecimento no Verão. “Estima-se que entre

25 a 30% das nossas necessidades de aquecimento são devidas a perdas de calor com origem nos envidraçados”

A intervenção ao nível das janelas deve ser feita com o intuito de reduzir as infiltrações de ar não controladas, aumentar a captação de ganhos solares no Inverno, reforçar a proteção das mesmas face à radiação solar e melhorar as condições de ventilação natural no Verão. O isolamento térmico de uma janela depende da qualidade do vidro e do tipo de caixilharia utilizado. As janelas que possuem vidros duplos têm maior capacidade de isolamento do que as que têm vidros simples, já que o espaço entre os dois vidros serve para reduzir a perda de calor. Para prevenir a entrada de calor em excesso, o vidro exterior pode ainda ser refletor. Para reduzir a elevada penetração de ar, as janelas devem ser estanques e deve existir uma boa fixação entre as janelas e a alvenaria. As caixilharias das janelas em madeira, PVC, ou alumínio com corte térmico são as que apresentam melhores propriedades térmicas. Nas caixas de estores, deve ser introduzido material isolante evitando as entradas de ar frio no Inverno e impedindo assim as desnecessárias perdas de energia.

Como as janelas proporcionam uma relação mais direta com o exterior, é importante dotá-las de um elemento de proteção, elemento este que permite ao utilizador controlar as trocas energéticas com o exterior, tornando a relação mais ou menos direta. Assim, as janelas orientadas a Nascente, Sul e Poente devem ser munidas de sistemas de sombreamento exterior.

Sem perder qualquer das mais-valias que as janelas nos oferecem, os sistemas de sombreamento têm uma função primordial - a de impedir a incidência dos raios solares, quando estes não são desejados, (Verão), antes de atravessarem o vidro - porque, uma vez atravessado o vidro, os raios solares que transportam o calor (a radiação térmica) alteram o seu comprimento de onda e não conseguem voltar a sair através do vidro, ficando detidos no espaço interior e deixá-la passar quando é desejada (Inverno).

Neste âmbito, para a simulação, é necessário encontrar o valor do coeficiente de transmissão térmica superficial das paredes, pavimentos, coberturas e vãos envidraçados. Nesta folha há uma divisão na apresentação dos resultados, em valores de referência e os valores previstos. Aqui são apresentados os valores finais dos valores previstos, sendo o cálculo feito em duas folhas aparte para as quais existe a ligação inserida na folha como se pode observar.

Valores de Referência

Coeficiente de transmissão térmica superficial de referência [W/(m².°C)]

| | | |
|----------------------------|---|------|
| Zona Climática | I1 | Uref |
| Zona Corrente da Envoltura | Elementos opacos verticais exteriores ou interiores | 0,7 |

Fator solar dos vãos envidraçados de referência

| | |
|----------------|------|
| Zona Climática | gT |
| V3 | 0,15 |

Valores Previstos

Vãos Envidraçados

Envolvente Opaca

| | |
|-------------|------------|
| A.Uw (w/°C) | A.U (w/°C) |
| 221,7774 | 41998,6378 |

Figura 4.11 - Exemplo da folha envolvente térmica

Os valores de referência são obtidos pela tabela A.8 e A.9 no Anexo A.

Os valores previstos da envolvente opaca são definidos pelos valores normalizados.

Coeficiente de transmissão térmica superficial em envolvente opaca exterior

| Paredes | Espessuras | Área (m ²) | U [W/m ² °C] | U*1,35 [W/m ² °C] | A.U (w/°C) | U*1,35 [W/m ² K] |
|------------------------|------------|------------------------|-------------------------|------------------------------|------------|-----------------------------|
| Parede interior piso 0 | 0,2 | 818,18 | 1,7 | 2,295 | 1877,7231 | 0,00837133 |
| Parede interior piso 0 | 0,3 | 301,89 | 1,1 | 1,485 | 448,30665 | 0,005416743 |
| Parede exterior piso 0 | 0,45 | 1253,12 | 0,96 | 1,296 | 1624,04352 | 0,004727339 |
| Parede interior piso 1 | 0,2 | 633,66 | 1,7 | 2,295 | 1454,2497 | 0,00837133 |
| Parede interior piso 1 | 0,3 | 145,35 | 1,1 | 1,485 | 215,84475 | 0,005416743 |
| Parede exterior piso 1 | 0,45 | 562,75 | 0,96 | 1,296 | 729,324 | 0,004727339 |

| Pavimentos e Coberturas | Tipo | Área (m ²) | U [W/m ² °C] | A.U (w/°C) | U corrigido |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------|------------|-------------|
| Pavimento interior | pavimento pesado | 3092,227 | 3,1 | 9585,9037 | 2,61 |
| Cobertura interior | cobertura pesada horizontal | 5472,097 | 2,6 | 14227,4522 | 2,25 |
| Cobertura exterior | cobertura pesada horizontal | 4552,227 | 2,6 | 11835,7902 | 2,25 |
| Pavimento exterior | pavimento pesado | | 3,1 | 0 | 2,61 |

Figura 4.12 - Exemplo da página da envolvente opaca

4.2.5 - Folha 5 - Iluminação

A partir de 1 de Setembro de 2009, todas as lâmpadas produzidas começaram a obedecer a um conjunto de novos requisitos de eficiência energética. [17]

No organograma é possível observar os tipos de lâmpadas existentes.

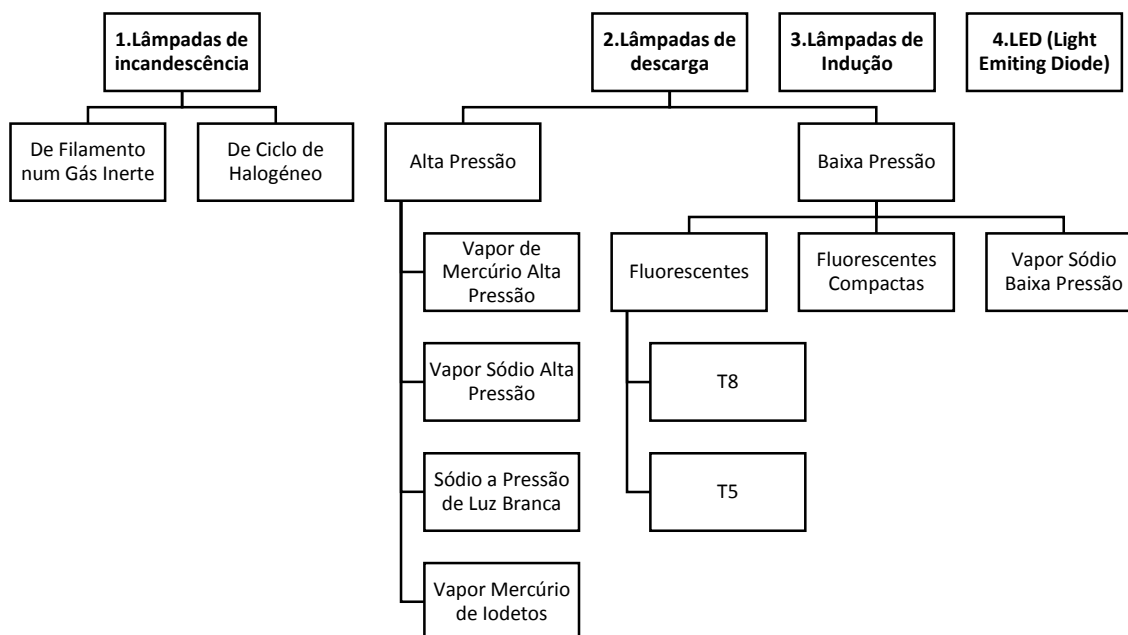


Figura 4.13 - Tipos de lâmpadas existentes

A nível de iluminação é necessário o levantamento completo no edifício, especificar o tipo de lâmpadas e respetiva potência. Depois de preencher a folha ‘Luminárias’ com a informação recolhida e escolher-se a especificação da divisão a analisar, podemos observar nesta folha a energia por divisão, a potência por área, e a densidade de potência. Neste caso os valores de referência são os de densidade de potência máxima tabelados indicados na tabela A.7 em anexo.

| Nome | Potência Total (W) | Energia anual (kWh) | Simulação Prevista | | Simulação Referência | | Requisitos mínimos | | | | |
|--------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------|----------|----------------------|-----|--------------------|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--|
| | | | Densidade (W/m ²) | Em (lux) | DPI (max) | FO | FD | DPI (W/m ²) | DPI (W/m ² /100lux) | DPI dentro do regulamentado | |
| Cozinha | 112995 | 577404,45 | 18,81197613 | 500 | 4 | 1 | 1 | 18,8119761 | 3,762395227 | Regulamentar | |
| Zona de preparação | 2656 | 9694,4 | 4,699786952 | 300 | 4,5 | 0,8 | 0,9 | 3,38384661 | 1,127948869 | Regulamentar | |
| Câmara de aves | 0 | 0 | 0 | 300 | Erro | 0 | 0 | 0 | 0 | Regulamentar | |
| Câmara de carnes | 0 | 0 | 0 | 300 | Erro | 0 | 0 | 0 | 0 | Regulamentar | |
| Escritórios | 2687 | 17653,59 | 6,216324387 | 300 | 2,5 | 0,9 | 0,9 | 5,03522275 | 1,678407585 | Regulamentar | |
| Banheiros | 2106 | 7686,9 | 6,635578801 | 300 | 4 | 0,9 | 1 | 5,97202092 | 1,99067364 | Regulamentar | |
| Refeitório | 210 | 766,5 | 3,505960132 | 300 | 4 | 0,9 | 1 | 3,15536412 | 1,05178804 | Regulamentar | |
| Câmara Frio 1 | 0 | 0 | 0 | 300 | Erro | 0 | 0 | 0 | 0 | Regulamentar | |
| Câmara Frio 2 | 0 | 0 | 0 | 300 | Erro | 0 | 0 | 0 | 0 | Regulamentar | |
| Armazéns | 4388 | 19219,44 | 2,126837657 | 300 | 4 | 0,9 | 1 | 1,91415389 | 0,638051297 | Regulamentar | |
| Total | 125042 | 632425,28 | | | | | | | | | |

Figura 4.14 - Exemplo da folha da iluminação

Os valores da simulação prevista são definidos pela razão entre a potência total (equação 4.1) dessa zona e a respetiva área:

$$Potência\ Total = \sum Potência\ unitária\ da\ lâmpada * Número\ de\ lâmpadas\ [W] \quad (4.1)$$

4.2.6 - Folha 6 - Águas Quentes e Sanitárias

Para a simulação prevista no DesignBuilder é necessário o conhecimento da quantidade de l/m².dia que é produzida. Para isso é necessário saber a capacidade total do equipamento e a área para a qual está a fornecer água

Os requisitos mínimos de eficiência para a simulação de referência estão tabelados para cada caso, dependendo do equipamento de produção.



| Equipamentos | Capacidade total (l) | Eficiência | Potência (W) | Marca | Modelo | Zona de Consumo | Área de Consumo (m ²) | l/m ² .dia |
|-----------------|----------------------|------------|--------------|---------|--------|-----------------|-----------------------------------|-----------------------|
| Termoacumulador | | 300 | 3000 | Vulcano | HS300 | Balneários | 317,38 | 0,945238 |
| Total | | | 3000 | | | | 317,38 | 0,945238 |

Figura 4.15 - Exemplo do cálculo de águas quentes e sanitárias

4.2.7 - Folha 7 - Climatização

As temperaturas consideradas de conforto para uma habitação variam entre os 20°C, no Inverno, e os 25°C, no Verão.

Existem vários sistemas para climatização:

- Aquecimento central a gás/gasóleo/lenha;
- Aquecimento por piso radiante;
- Ar condicionado.

O sistema de aquecimento central com caldeira é geralmente utilizado para aquecer as divisões no Inverno e ainda para o aquecimento das águas sanitárias, podendo este ser a gás, a gasóleo ou lenha. Deve fazer-se a pré-instalação do aquecimento central das águas na fase de construção devido ao circuito das condutas de água ser instalado no interior das paredes ou no pavimento, percorrendo o trajeto até aos compartimentos da habitação onde posteriormente irão ficar instalados os aparelhos de aquecimento, como os radiadores e toalheiros. O aquecimento central (gás/gasóleo) é um sistema que cria maior conforto para que a temperatura se mantenha amena. Um bom motivo para a sua aplicação é a redução da humidade evitando manchas e bolor desagradáveis, aumentando a temperatura. As caldeiras modernas trabalham a uma temperatura relativamente baixa (50 - 60 °C).

Outra forma de aquecimento alternativa é o piso radiante, que proporciona um maior conforto com um menor consumo de energia, onde o calor se propaga até uma altura de dois metros, onde é mais necessário. É constituído por uma serpentina em tubo flexível (tubo de aquecimento PEX radiante) enterrado na laje do piso, onde circula água a uma temperatura baixa (de 35 a 45°C).

O ar condicionado no Verão transformou-se num requisito de conforto sem o qual as pessoas já não passam, sendo muito mais frequente nos edifícios de serviços do que nos de habitação. Tem por objetivo manter a temperatura ambiente o mais confortável possível. A sua eficiência é baseada no controlo da temperatura, humidade e distribuição de ar. As unidades individuais ocupam muito espaço e a sua instalação na fachada pode não ser permitida, seja por regra do condomínio, seja por imposição urbanística. Para, além disso, as unidades produzem ruído. Por estes motivos, em edifícios, quando o ar condicionado é de facto necessário devem-se utilizar instalações centralizadas de ventilação e ar condicionado em geral, as quais são mais eficientes e não alteram a arquitetura do próprio edifício.

Neste âmbito, para a simulação prevista é necessário o levantamento de todos os equipamentos da instalação e de medições através das quais seja possível obter-se:

Tabela 4.2 - Informações necessárias para a simulação da climatização

| |
|-----------------------------|
| Potência aquecimento (kW) |
| Potência arrefecimento (kW) |
| Eficiência Calor COP |
| Eficiência Frio EER |

Os valores de referência têm de obedecer a vários requisitos, como o tipo de equipamento e o tipo de distribuição, indicados na Portaria n.º 349-D/2013.

4.2.8 - Folha 8 - Ventilação

A ventilação natural consiste em usar a pressão e depressão provocada pela ação do vento na superfície exterior do edifício. Utilizando o princípio do efeito de tiragem (Pressão): o ar quente, que é mais leve que o ar frio, tende a subir e a arrastar o ar frio. As diferenças de temperatura entre as diversas divisões de uma casa produzem ventilação, permitindo a mudança do ar, desde que existam aberturas para o exterior que permitam a entrada de ar novo. O outro fenómeno (Depressão) pode ser explorado com mais frequência: quando um edifício é sujeito a vento, a parede diretamente exposta é sujeita a uma forte pressão, enquanto a parede do lado oposto é envolvida numa depressão. A diferença de pressão entre os dois lados é suficiente para gerar uma ventilação natural entre as divisões.

A ventilação natural tem um papel extremamente importante na remoção do calor do interior do edifício e no estabelecimento das condições de conforto térmico, não só por diminuir a temperatura no interior mas ainda por acelerar as trocas evaporativas à superfície do corpo dos ocupantes. Em países com clima temperado, e com amplitudes térmicas significativas, o recurso à ventilação natural é particularmente importante e muito eficiente durante o período noturno, em consequência do decréscimo da temperatura do ar exterior, constituindo pois uma boa estratégia para Portugal.

A ventilação forçada (ou mecânica) permite a troca de ar entre espaços em que não seja possível utilizar a ventilação natural. Esta permuta de ar é feita por condutas de ventilação forçada ligadas aos espaços interiores através de extractores (destinados a extrair o ar parado ou poluído) e ventiladores (para injetar ar fresco). Os sistemas recentes de ventilação forçada com recuperação de energia permitem a recuperação parcial da energia utilizada no aquecimento ou no arrefecimento. Esta energia seria desperdiçada com a permuta de ar simples. Isto deve-se aos permutadores de calor, dentro dos quais os fluxos de entrada e saída de ar se cruzam, sem se misturarem um com o outro, havendo transmissão de calor do fluxo mais quente para o mais frio. Assim no Verão, o ar quente de fora passa junto do ar que sai do ar condicionado e é arrefecido, enquanto que no Inverno, o processo é o inverso.

Neste âmbito para o cálculo do caudal de ar existem dois tipos de métodos, o analítico e o descritivo. Esta folha apenas está formatada para o método descritivo, uma vez que é opção do projetista AVAC qual o método a utilizar, e o analítico é demasiado moroso, não sendo necessariamente mais eficaz.

Pelo método prescritivo podemos calcular o caudal de ar, depois de retirados os seguintes dados do projeto:

- Dimensão do espaço (folha 1)
- Número de ocupantes (folha 3)
- Nível de atividade metabólica e área da superfície corporal;

Da Tabela A.10 no Anexo A podemos retirar o caudal de ar novo por ocupante e da tabela A.11 do Anexo A o caudal de ar novo por área. Com a obtenção do valor dos dois critérios, o de ocupação e o do edifício é possível calcular-se o Caudal de ar novo final, escolhendo-se o maior valor dos critérios e dividindo-se esse valor pelo valor de eficácia para diversos métodos de ventilação obtidos na tabela I.01 da Portaria n.º 353-A/2013. Para a simulação no DesignBuilder é necessário o valor em litros por segundo:

| Ventilação | | | | | | | | |
|-----------------------|--|------------------------|--------|----------------------|--|---|---|--|
| Região | Tipo de espaço | Área (m ²) | Pf (m) | Nº Ocupantes Méd (E) | Caudal de ar Novo (m ³ /hora) | Critério de ocupação (m ³ /hora) | Tipo de espaço / Carga Poluente do Edifício | |
| Área de preparação | Escritórios, Gabinetes, Secretarias, Salas de aula, Cinemas, Salas de espetáculo | 6008,55 | 4,40 | 5200 | 1 | 24 | 24000 | Sem atividades que envolvam a emissão de poluentes específicos |
| Área de apoio | Salas de repouso, Salas de espera, Salas de conferências, Auditórios e similares | 565,13 | 3,50 | 13 | 1 | 20 | 260 | Sem atividades que envolvam a emissão de poluentes específicos |
| Área de comércio | | 172,45 | 3,50 | 0 | 1 | #N/D | #N/D | Sem atividades que envolvam a emissão de poluentes específicos |
| Área de serviços | Laboratórios, Ateliers, Salas de Desenho e Trabalhos Oficiais, Cafés, Bares, Salas | 432,25 | 3,50 | 13 | 1 | 35 | 455 | Sem atividades que envolvam a emissão de poluentes específicos |
| Área de armazenamento | Escritórios, Gabinetes, Secretarias, Salas de aula, Cinemas, Salas de espetáculo | 317,38 | 3,50 | 13 | 1 | 24 | 312 | Sem atividades que envolvam a emissão de poluentes específicos |
| Área de circulação | Escritórios, Gabinetes, Secretarias, Salas de aula, Cinemas, Salas de espetáculo | 93,90 | 3,50 | 13 | 1 | 24 | 312 | Sem atividades que envolvam a emissão de poluentes específicos |
| Área de Fio 1 | | 29,86 | 3,50 | 0 | 1 | #N/D | #N/D | Sem atividades que envolvam a emissão de poluentes específicos |
| Área de Fio 2 | | 240,64 | 3,50 | 0 | 1 | #N/D | #N/D | Sem atividades que envolvam a emissão de poluentes específicos |
| Área de manutenção | | 2063,16 | 6,50 | 13 | 1 | #N/D | #N/D | Sem atividades que envolvam a emissão de poluentes específicos |
| TOTAL | | | | | | | | |

Figura 4.16 - Exemplo da folha da Ventilação

4.2.9 - Folha 9 - Outros Equipamentos

Nesta folha encontra-se a informação de outros consumos no edifício, que sejam possíveis de mensurar como elevadores, iluminação exterior, etc.

qual a eficiência dos equipamentos e onde se verificam desperdícios de energia, indicando soluções para as anomalias detetadas.

No âmbito do processo de certificação energética procede-se a uma auditoria energética com o objetivo de quantificar a energia consumida no edifício, bem como a desagregação dessa mesma energia, tanto por consumidor existente como por tipo de energia consumida.

Para a realização desta auditoria procede-se à medição do consumo elétrico associado aos consumidores mais relevantes, como camaras frigorificas, elevadores e o quadro geral do edifício e confirmam-se esses consumos com as faturas energéticas.

Esta secção da ferramenta tem como funcionalidade, oferecer um local próprio para a colocação dos valores faturados (Figura 4.19), e para os valores medidos com um equipamento próprio de medição de grandezas elétricas (Figura 4.20). Será a estas folhas que os cálculos da validação e da classe energética virão recolher os valores.

| Despesas de eletricidade | | | | | | | Despesas e consumos de gás | | |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|------------|-------------|----------------------------|-------------|----------------|
| 2012 | Ponta (kWh) | Cheio (kWh) | Vazio (kWh) | Super Vazio (kWh) | Soma (kWh) | Montante | 2013 | Despesa (€) | Consumos (kWh) |
| Janeiro | 48446 | 127300 | 98241 | 37987 | 311974 | € 29 292,71 | Janeiro | € 1 335,68 | 15832 |
| Fevereiro | 53289 | 135104 | 83716 | 36465 | 308574 | € 31 992,57 | Fevereiro | € 899,11 | 10000 |
| Março | 49606 | 126226 | 75811 | 33440 | 285083 | € 29 533,20 | Março | € 900,24 | 10280 |
| Abril | 47496 | 141583 | 82720 | 35318 | 307117 | € 31 761,18 | Abril | € 1 170,14 | 13768 |
| Maio | 28200 | 133169 | 100446 | 34938 | 296753 | € 30 502,24 | Maio | € 1 002,30 | 11322 |
| Junho | 37564 | 172272 | 92492 | 37790 | 340118 | € 35 364,81 | Junho | € 885,28 | 9919 |
| Julho | 37156 | 173790 | 104348 | 37615 | 352909 | € 36 671,92 | Julho | € 1 017,64 | 10999 |
| Agosto | 42135 | 189681 | 102370 | 38498 | 372684 | € 38 870,05 | Agosto | € 851,12 | 9362 |
| Setembro | 41972 | 187720 | 101524 | 39317 | 370533 | € 38 640,94 | Setembro | € 957,19 | 10490 |
| Outubro | 36587 | 170320 | 103397 | 36878 | 347182 | € 36 079,27 | Outubro | € 963,26 | 10490 |
| Novembro | 34626 | 163776 | 92860 | 37550 | 328812 | € 33 595,87 | Novembro | € 1 000,48 | 10699 |
| Dezembro | 49014 | 125144 | 85669 | 34036 | 293863 | € 30 347,44 | Dezembro | € 1 269,77 | 14503 |
| 2013 | | | | | 3915602 | | | 12 252,21 € | 137664,00 |

Figura 4.19 - Exemplo de utilização da página de faturação

| Mês | QLoja_E (kWh) | Padaria (kWh) | Frio_neg (kWh) | QEscritórios (kWh) | QLoja_N (kWh) | Frio_pos (kWh) | QLoja_zona_charcutaria (kWh) | AC_loja (kWh) | Edis_Activa (kWh) | Consumos Medidos (kWh) | Consumos não Medidos (kWh) | Percent Med |
|--------------|---------------|---------------|----------------|--------------------|---------------|----------------|------------------------------|---------------|-------------------|------------------------|----------------------------|-------------|
| jan/13 | 20042,50 | 11066,90 | 23333,70 | 2168,10 | 41204,60 | 85537,40 | 30732,00 | 17760,40 | 302030,00 | 231845,60 | 70184,40 | 76,76 |
| fev/13 | 18362,40 | 10537,20 | 20995,60 | 1947,60 | 39344,50 | 74271,90 | 28323,10 | 9110,40 | 267175,00 | 202892,70 | 64282,30 | 75,94 |
| mar/13 | 20092,00 | 11573,50 | 23776,10 | 2050,90 | 41910,90 | 86380,00 | 31964,80 | 7757,50 | 296116,00 | 225505,70 | 70610,30 | 76,15 |
| abr/13 | 20322,20 | 10413,50 | 23096,50 | 1879,80 | 40651,50 | 88052,20 | 30311,60 | 4987,00 | 285095,00 | 219714,30 | 65380,70 | 77,07 |
| mai/13 | 20617,30 | 11024,10 | 23874,90 | 1971,30 | 41376,80 | 94624,50 | 32298,20 | 6966,50 | 300376,00 | 232753,60 | 67622,40 | 77,49 |
| jun/13 | 19667,70 | 10748,40 | 23344,30 | 1781,50 | 40669,10 | 101361,20 | 32222,20 | 38437,00 | 329774,00 | 268231,40 | 61542,60 | 81,34 |
| jul/13 | 20936,30 | 10792,60 | 24505,20 | 1870,30 | 42938,40 | 107976,00 | 34663,90 | 45731,80 | 353614,00 | 289414,50 | 64199,50 | 81,84 |
| ago/13 | 21173,30 | 10868,60 | 24431,40 | 1863,60 | 42211,30 | 109610,40 | 34239,30 | 46182,10 | 356441,00 | 290580,00 | 65861,00 | 81,52 |
| set/13 | 19938,30 | 10386,00 | 23602,70 | 1908,20 | 41303,10 | 102871,50 | 32213,20 | 42322,20 | 338357,00 | 274545,20 | 63811,80 | 81,14 |
| out/13 | 20955,20 | 10950,20 | 24210,40 | 2008,30 | 42604,00 | 100322,50 | 32067,50 | 30233,40 | 330203,00 | 263351,50 | 66851,50 | 79,75 |
| nov/13 | 19376,10 | 10890,60 | 22406,20 | 1888,80 | 40705,90 | 81524,00 | 31245,40 | 6797,30 | 280786,00 | 214834,30 | 65951,70 | 76,51 |
| dez/13 | 18708,00 | 11419,00 | 22548,00 | 1777,30 | 38705,30 | 74353,60 | 31521,40 | 8308,00 | 275695,00 | 207340,60 | 68354,40 | 75,21 |
| Report Total | 240191,30 | 130670,60 | 280125,00 | 23115,70 | 493625,40 | 1106885,20 | 381802,60 | 264593,60 | 3715662,00 | 2921009,40 | 794652,60 | 78,38 |

Figura 4.20 - Exemplo de utilização da página da auditoria

4.4 - Simulação Multizona e Certificação Energética

Depois de realizada a simulação no DesigBuilder, para além dos consumos de energia elétrica da iluminação e dos vários equipamentos existentes, referidos em secções anteriores, as necessidades de energia útil para aquecimento e arrefecimento previstas por simulação são convertidas em consumos de energia final através da eficiência dos equipamentos envolvidos nos processos de produção térmica

Naturalmente, uma concordância total dos valores decorrentes da simulação com os valores médios dos consumos efetivamente registados é altamente improvável por vários motivos, destacando-se os seguintes:

- Os dados de faturação correspondem, não à situação atual, sobre a qual incidiu a simulação, mas a um período anterior, podendo no entretanto ter havido algumas alterações nos hábitos de utilização do edifício, ocupação, cargas internas, etc.;
- Os dados climáticos utilizados na simulação são representativos de um ano climático típico, sendo representativos a médio prazo (tipicamente, o ano climático tipo é caracterizado com base em séries temporais climáticas com uma extensão de 30 anos) (WMO, 2009); no entanto, o período sobre o qual incide a auditoria energética é a essa escala demasiado curto e as condições climáticas desses anos podem ter sido razoavelmente diferentes das reportadas no ficheiro climático;
- A simulação computacional é sempre um método de cálculo aproximado;
- A recolha e síntese de informação para construção do modelo é sujeita a falhas e simplificações;
- Um modelo é por definição uma representação da realidade e apresenta, portanto, limitações e incorreções.

Assim, no âmbito deste trabalho, e ao abrigo do RECS, considera-se que um modelo está validado se os resultados globais para o ano decorrentes da simulação indicarem consumos de energia num intervalo de $\pm 10\%$ dos consumos registados pela faturação. O exemplo das figuras seguintes mostra a área à esquerda onde se colocam os valores da simulação, à direita a validação da simulação (neste exemplo o desvio é menor que 10%), na figura em baixo pode-se observar o cálculo do IEE_{ref} e do IEE_{prev} . Finalmente em cima obtemos a classe energética.

| Validação e Classe Energética | | | |
|---|-----------|--------------------------------------|------------------------------------|
| Preencher com os valores de simulação | | RIEF | 1,272810491 |
| | | Classe Energética | C |
| Validação dos valores previsto no programa de simulação | | | |
| Consumos | | Auditoria energética Eléctrica [kWh] | Simulação dinâmica Eléctrica [kWh] |
| Iluminação | 636094,40 | 2818643 | 2944105 |
| Ventilação climatização | 649,91 | 632425 | 636094 |
| Bombas climatização | 2139,70 | 264594 | 267076 |
| Aquecimento | 0,31 | 3715662 | 3847275,32 |
| Arrefecimento | 264286,00 | | |
| Águas Q5 | 3851,99 | | |
| Outros electricidade | 2944105 | | |
| Outros gás | 132240 | | |
| Consumos de referência | | Desvio % | |
| Iluminação | 500963,90 | | 4,26% |
| Ventilação climatização | 123,72 | | 0,58% |
| Bombas climatização | 7671,19 | | 0,53% |
| Aquecimento | 0,22 | | 3,42% |
| Arrefecimento | 200292,70 | | |
| Águas Q5 | 3562,06 | | |
| Outros electricidade | 2944105 | | |
| Outros gás | 123424,8 | | |
| Totais | | Facturas energéticas [kWh] | Simulação dinâmica [kWh] |
| Total Electricidade | | 3826846 | 3847275 |
| Total Gás | | 137664 | 132240 |
| | | Desvio % | |
| | | | 0,53% |
| | | | 3,94% |

Figura 4.21 - Exemplo da folha da validação da simulação e cálculo da classe energética 1/2

| Cálculo do IEE previsto | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------------|------------------|----------|-------|-------------------------|
| Área total (m ²) | 9906,104 | | | | | |
| Consumos | IEEs Real [kWh] | [kWh/m ²] | Fonte de energia | [kWh/IE] | FC | [kWhEP/m ²] |
| Iluminação | 636094,40 | 64,21236845 | electricidade | 1590236 | 0,144 | 160,5309211 |
| Ventilação climatização | 649,91 | 0,065606721 | electricidade | 1624,768 | 0,144 | 0,164016802 |
| Bombas climatização | 2139,70 | 0,215998136 | electricidade | 5349,25 | 0,144 | 0,53999534 |
| Aquecimento | 0,31 | 3,12938E-05 | electricidade | 0,775 | 0,144 | 7,82346E-05 |
| Arrefecimento | 264286,00 | 26,67910613 | electricidade | 660715 | 0,144 | 66,69776534 |
| Águas Q5 | 3851,99 | 0,388850046 | electricidade | 9629,973 | 0,144 | 0,972125116 |
| Outros electricidade | 2944105,00 | 297,2010994 | electricidade | 7360263 | 0,144 | 743,0027486 |
| Outros gás | 132240,00 | 13,34934501 | Gás natural | 132240 | 0,202 | 13,34934501 |
| Total | 3981367,31 | 402,1124052 | | 9760058 | | 985,2569956 |
| missões de CO ₂ (tonela) | 7819030,674 | | | | | |
| Cálculo do IEE Referência | | | | | | |
| Consumos | IEEs Real [kWh] | [kWh/m ²] | Fonte de energia | [kWh/IE] | FC | [kWhEP/m ²] |
| Iluminação | 500963,90 | 50,57123366 | electricidade | 1252410 | 0,144 | 126,4280841 |
| Ventilação climatização | 123,72 | 0,0124893 | electricidade | 309,3008 | 0,144 | 0,031223249 |
| Bombas climatização | 7671,19 | 0,774390517 | electricidade | 19177,98 | 0,144 | 1,935976293 |
| Aquecimento | 0,22 | 2,22085E-05 | electricidade | 0,55 | 0,144 | 5,55213E-05 |
| Arrefecimento | 200292,70 | 20,21911944 | electricidade | 500731,8 | 0,144 | 50,5479861 |
| Águas Q5 | 3562,06 | 0,35958183 | electricidade | 8905,138 | 0,144 | 0,898954574 |
| Outros electricidade | 2944105,00 | 297,2010994 | electricidade | 7360263 | 0,144 | 743,0027486 |
| Outros gás | 123424,80 | 12,45946943 | Gás natural | 123424,8 | 0,202 | 12,45946943 |
| Total | 3789433,50 | 381,5528958 | | 9365722 | | 935,3011105 |
| IEE previsto | | | | | | |
| IEE _{prev,s} [kWh _{EP} /m ²] | 228,9049 | | | | | |
| IEE _{ref,s} [kWh _{EP} /m ²] | 756,3521 | | | | | |
| 985,2569956 | | | | | | |
| IEE Ref | | | | | | |
| IEE _{ref,s} [kWh _{EP} /m ²] | 179,8421 | | | | | |
| IEE _{ref,r} [kWh _{EP} /m ²] | 755,4622 | | | | | |
| 935,3041104 | | | | | | |

Figura 4.22 - Exemplo da folha de validação da simulação e cálculo da classe energética 2/2

Os respetivos cálculo são realizados pelas equações 3.6 a 3.7.

4.5 - Medidas de Melhoria

Uma vez que as medidas de melhoria são bastante específicas ao edifício a analisar, não é viável a criação de uma folha nesta ferramenta para essa análise. Portanto estas duas janelas apenas servem para a inserção dos valores obtidos pela simulação já com as respetivas medidas alteradas, e realizar o cálculo da classe energética da mesma maneira que no subcapítulo 4.4 mas com os novos dados a testar.

4.6 - Recolha de Dados Finais

Atualmente existe necessidade da implementação de um sistema de certificação energética de forma a informar o cidadão sobre a qualidade térmica dos edifícios, aquando da construção,

da venda ou do arrendamento dos mesmos, permitindo aos futuros utilizadores a obtenção de informações sobre os consumos de energia potenciais (para novos edifícios), reais ou aferidos para padrões de utilização típicos (para edifícios existentes).

Embora só as entidades devidamente certificadas possam emitir tais documentos, nesta aplicação criou-se um método de recolha de informação similar ao certificado energético, que sirva como registo informativo para o utilizador.

Capítulo 5

Caso de Estudo - Hipermercado

No âmbito do processo de certificação energética e no sentido de dar cumprimento integral à legislação vigente, nomeadamente no que refere disposto no Artigo 14.º do Decreto-Lei n.º 118/2013 - “Obrigações dos proprietários dos edifícios ou sistemas”, o grupo Auchan contratualizou os serviços da empresa Manvia para desenvolver o processo regulamentar de acordo com o SCE tendo em vista a obtenção do Certificado Energético (CE) do seu Edifício de Comercio e Serviços (Jumbo de Cascais) localizado em Cascais, dando assim cumprimento aos requisitos legais aplicáveis.

De acordo com n.º 1, do Anexo III, da Portaria n.º 349-A/2013, com mais de 1000 m² de área, o Jumbo de Cascais, é de acordo com o SCE, classificado como um Grande edifício de comércio e serviços (GES) existente, sendo aplicável o RECS à totalidade da fração. Pela Tabela 3. será aplicado o método de simulação multizona para a determinação da classe energética.

5.1 - Identificação e Caracterização do Edifício

5.1.1 - Descrição Geral



Figura5.1 - Localização geográfica do edifício

O edifício está localizado em Cascais e apresenta a entrada principal orientada a sul. O edifício é constituído por dois pisos onde se pode verificar no registo (Caderneta e Registo Predial Urbano) que as lojas comerciais adjacentes ao Jumbo são consideradas frações independentes, isto é, não constam no mesmo quadro elétrico e têm faturas elétricas independentes, logo as mesmas serão consideradas como edifícios adjacentes na simulação multizona. Em suma, o edifício a analisar é constituído no rés-do-chão pela loja (área comercial do Jumbo), zonas de preparação (Figura 5.2). No piso superior encontra-se o refeitório, balneários, armazéns, escritórios (Figura 5.3).



Figura 5.2 - Planta piso 0 com zonas adjacentes a vermelho



Figura 5.3 - Planta piso 1 com zonas adjacentes a vermelho

Para se criar uma base para a modelação geométrica é necessário fazer o zonamento térmico, considerando-se logo à partida a simulação que se terá que fazer no DesignBuilder. Este zonamento consiste no agrupamento dos espaços do edifício por zonas térmicas. Considera-se uma zona térmica um espaço que, a menos de uma margem de tolerância razoável, se pode encarar homogéneo no que concerne às suas propriedades termodinâmicas (temperatura, humidade, etc.), podendo portanto ser avaliado apenas por um conjunto destas variáveis em cada instante temporal. O zonamento torna-se necessário para tornar menos pesada a simulação do modelo, que de outra forma se tornaria computacionalmente demasiado exigente e sem incremento de precisão justificável. O critério que preside ao zonamento é pois o de criar, sem simplificações grosseiras, o menor número de zonas possível. Foi portanto efetuada uma análise energética cuidada aos espaços do edifício e o seu agrupamento teve em conta as seguintes características desses espaços:

- Geometria;
- Orientação;
- Configuração dos envidraçados;
- Climatização e controlo da temperatura;
- Tipo e perfil de utilização;
- Cargas internas.

De acordo com esta metodologia, decorre que:

- Por vezes vários espaços adjacentes e semelhantes em comportamento térmico são agrupados numa única zona;

- Eventualmente, espaços fisicamente separados, isto é, não adjacentes, poderão, mesmo assim, se semelhantes termicamente, ser agrupados na mesma zona;
- Espaços de grandes dimensões que possuam manifestas assimetrias térmicas (por exemplo, por exposição solar ou distribuição de ganhos internos) são fracionados em mais do que uma zona térmica, fazendo-se a caracterização da adjacência virtual entre zonas de uma maneira aproximativa das trocas de energia que de facto ocorrem no espaço aberto real, nomeadamente as convectivas.

Neste caso foram então consideradas as seguintes zonas térmicas da tabela 5.1 As camaras frigorificas ficaram separadas por motivos geográficos.

Tabela 5.1 - Zonas térmicas

| Zonas térmicas |
|--------------------|
| Loja |
| Zona de preparação |
| Câmara de aves |
| Câmara de carnes |
| Escritórios |
| Balneários |
| Refeitório |
| Câmara Frio 1 |
| Câmara Frio 2 |
| Armazéns |

Portanto, a área total do edifício é de 9906,104m² com uma desagregação por zona de:

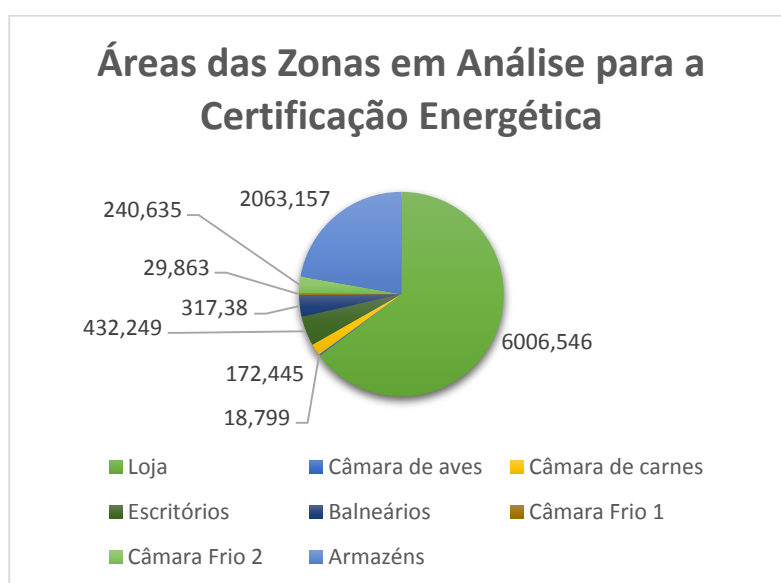


Figura 5.4- Áreas das zonas em análise

5.2 - Cálculo de Valores Previstos e de Referência

5.2.1 - Zona Climática

O edifício situa-se na Unidade Territorial de Grande Lisboa, numa altitude real de 18.6m (figura) relativamente ao nível médio da água do mar. Consequentemente como se pode analisar na ferramenta criada, a altitude de referência para esta localização é de 109m e apresenta os seguintes dados:

Tabela 5.2 - Dados Climáticos do Edifício

| | |
|--|------------------|
| Designação: | Jumbo de Cascais |
| Concelho: | Cascais |
| Ano de Construção: | 1973 |
| Altitude [m] | 18,65 m |
| Distância ao litoral [m] | 173 m |
| Zona Climática de Inverno | I1 |
| Número de graus-dias de aquecimento [°C] | 1071 |
| Duração da estação de aquecimento [meses] | 5,3 |
| Zona climática de Verão | V2 |
| Temperatura média [°C] - aquecimento | 11,16 |
| Temperatura média [°C] - arrefecimento | 20,79 |

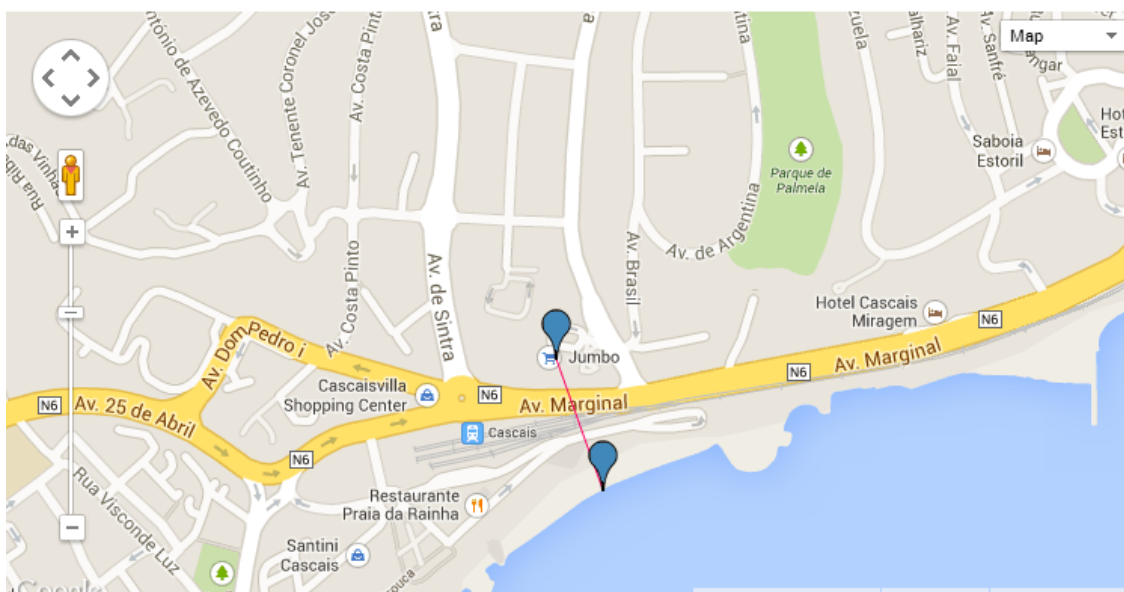


Figura 5.5 - Distância do edifício ao mar.

Esta zona classificada como I1 corresponde a uma localização com menor necessidade de aquecimento no Inverno enquanto as zonas I3 terão necessidades mais elevadas. Da mesma forma, no Verão, esta zona V2 tem uma necessidade térmica média. Quanto mais severo for o clima de uma região, maiores serão as exigências térmicas nos edifícios

5.2.2 - Envolvente Térmica

I. Valores de Referência

Para a definição dos valores de coeficiente de transmissão térmica superficial de referência definidos pelo RECS, utilizando a ferramenta criada, apenas é necessário escolher a zona corrente da envolvente, uma vez que a zona climática já foi calculada. O que dá um U_{ref} de:

Tabela 5.3 - U_{ref} para o edifício em estudo

| | |
|---|-----------|
| Zona corrente da envolvente | I1 |
| Elementos opacos verticais exteriores ou interiores [W/(m².°C)] | 0,7 |
| Elementos opacos horizontais exteriores ou interiores [W/(m².°C)] | 0,5 |
| Vãos envidraçados exteriores (portas e janelas) [W/ (m².°C)] | 4,3 |

E um fator solar do vão sem dispositivos de sombreamento de 0,2.

II. Valores Previstos

Para análise dos aspetos construtivos do edifício devido ao facto de se tratar de edifícios já existentes não foi possível identificar a maioria das soluções construtivas utilizadas. De seguida apresenta-se os valores de coeficiente de transmissão térmica superficial (U) que caracterizam cada uma das diferentes soluções construtivas que compõem a envolvente do imóvel. Considerou-se os valores por defeito, para aplicação do previsto no Despacho n.º 15793-E/2013 relativo às “regras de simplificação a utilizar nos edifícios sujeitos a grandes intervenções, bem como existentes”, para determinação dos coeficientes de transmissão térmica de elementos opacos da envolvente dos edifícios.

A. Envolvente Opaca

Tabela 5.4 - U previsto para as paredes do edifício em análise

| Paredes | Espessuras | U [W/m²°C] | U*1,35 [W/m²°C] |
|------------------------|-------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Parede interior piso 0 | 0,2 | 1,7 | 2,295 |
| Parede interior piso 0 | 0,3 | 1,1 | 1,485 |
| Parede exterior piso 0 | 0,45 | 0,96 | 1,296 |

| | | | |
|------------------------|------|------|-------|
| Parede interior piso 1 | 0,2 | 1,7 | 2,295 |
| Parede interior piso 1 | 0,3 | 1,1 | 1,485 |
| Parede exterior piso 1 | 0,45 | 0,96 | 1,296 |

Tabela 5.5 - U previsto para os pavimentos e coberturas do edifício em análise

| Pavimentos e Coberturas | Tipo | U [W/m ² °C] |
|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Pavimento interior | Pavimento pesado | 3,1 |
| Cobertura interior | Cobertura pesada horizontal | 2,6 |
| Cobertura exterior | Cobertura pesada horizontal | 2,6 |
| Pavimento exterior | Pavimento pesado | 3,1 |

B. Vãos Envidraçados

Uma vez que neste caso todas as janelas a serem avaliadas são iguais, de vidro duplo, com a mesma composição, sem proteção solar e com caixilharia de alumínio é facilmente deduzível que o fator solar será igual para todas, assim como o coeficiente de transmissão térmica para os vãos envidraçados. Este será de 3,9 W/m²°C.

5.2.3 - Perfil de Ocupação

O levantamento de ocupação do edifício foi apurado através de informação fornecida pelo cliente.

Considerando que existem no máximo 5200 ocupantes na loja, 30 nos escritórios, cerca de 13 nas zonas de preparação, balneários, refeitório e armazéns, e considerando que as câmaras frigoríficas não têm ocupação, tendo em conta a área ocupada de cada zona da tabela, calculou-se para simulação dinâmica, uma densidade média de ocupação de m²/ocupante.

Tabela 5.6 - Perfil de ocupação

| Designação | Área (m ²) | Ocupantes | Densidade (m ² /ocupante) |
|--------------------|------------------------|-----------|--------------------------------------|
| Loja | 6006,546 | 5200 | 0,86 |
| Zona de preparação | 565,132 | 13 | 0,023 |
| Câmara de aves | 18,799 | 0 | 0 |
| Câmara de carnes | 172,445 | 0 | 0 |
| Escritórios | 432,249 | 30 | 0,03 |
| Balneários | 317,38 | 13 | 0,04 |
| Refeitório | 59,898 | 13 | 0,22 |
| Câmara Frio 1 | 29,863 | 0 | 0 |
| Câmara Frio 2 | 240,635 | 0 | 0 |
| Armazéns | 2063,157 | 13 | 0,006 |

O programa de simulação dinâmica, DesignBuilder, não permite definir diferentes densidades de ocupação para os dias da semana. Devido a este facto, considerou-se uma densidade média de ocupação que é utilizada para associar às diferentes tipologias utilizadas no edifício.

5.2.4 - Iluminação

No decurso das visitas efetuadas ao local, foi elaborado um levantamento da iluminação existente no espaço. Foram contadas no interior 3524 lâmpadas e no exterior 208.

Como só a iluminação interior é relevante para o cálculo da classe energética, apenas essa será analisada ao pormenor, deixando-se a iluminação exterior para outros equipamentos.

Do esquema da iluminação existente da Figura , podemos destacar na Figura os tipos existentes no hipermercado.

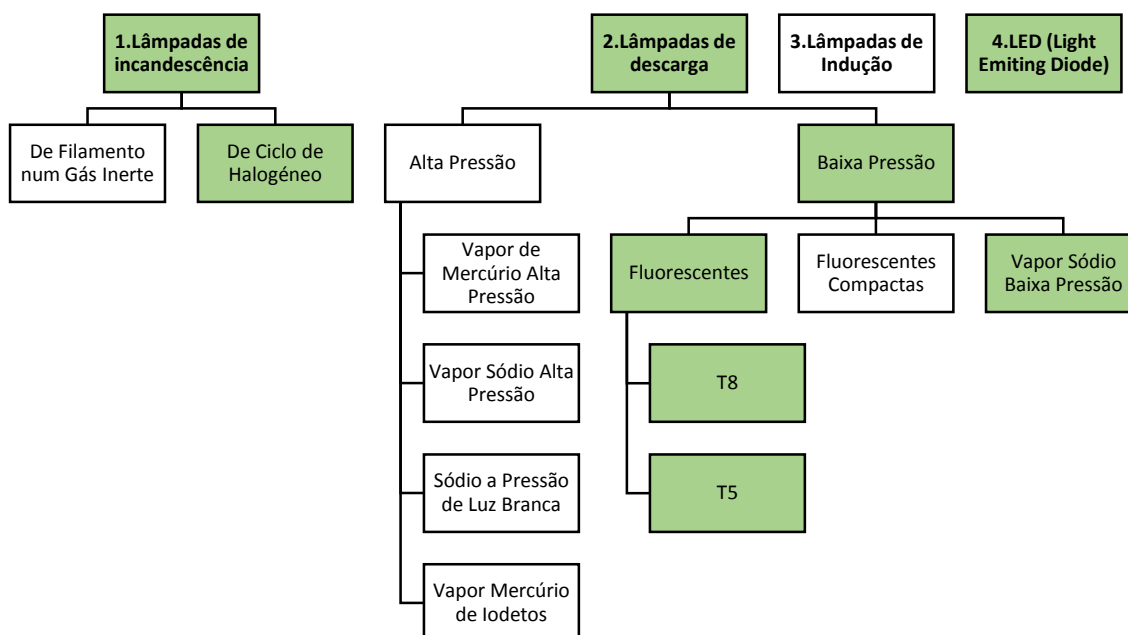


Figura 5.6 - Tipos de lâmpadas existentes no hipermercado

Na Figura podemos observar que o maior tipo de lâmpadas existentes no edifício são as fluorescentes T5. Já é notório um começo de substituição das antigas por LEDs, no entanto ainda existe um número considerável de T8 e algumas incandescentes.

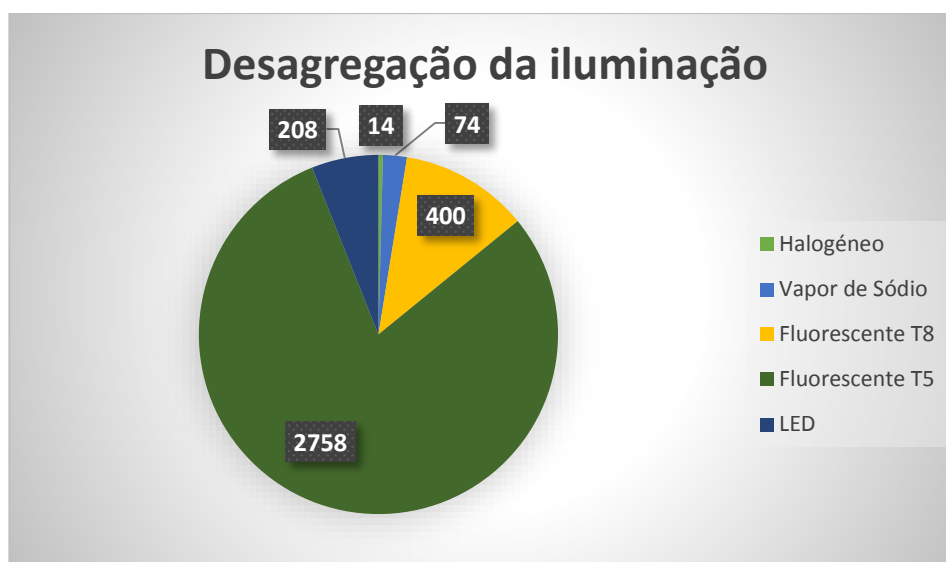


Figura 5.7 - Desagregação da iluminação

Para a simulação com os valores previstos no DesignBuilder, calculou-se a densidade de iluminação (W/m^2) em cada zona com iluminação elétrica. Na Tabela 5.7 as câmaras frigoríficas aparecem sem valor, uma que vez que apesar de terem iluminação, não têm perfil de ocupação como foi verificado no capítulo anterior, considerando-se a iluminação nestas zonas nulas.

Tabela 5.7 - Valores Previstos e de Referência da iluminação

| Nome | Potência Total (W) | Energia Anual (kWh) | Simulação | Simulação de |
|--------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|--------------|
| | | | Prevista | Referência |
| | | | Densidade (W/m^2) | DPI (max.) |
| Loja | 112995 | 577404,45 | 18,81197613 | 4 |
| Zona de preparação | 2656 | 9694,4 | 4,699786952 | 4,5 |
| Câmara de aves | - | - | - | - |
| Câmara de carnes | - | - | - | - |
| Escritórios | 2687 | 17653,59 | 6,216324387 | 2,5 |
| Balneários | 2106 | 7686,9 | 6,635578801 | 4 |
| Refeitório | 210 | 766,5 | 3,505960132 | 4 |
| Câmara Frio 1 | - | - | - | - |
| Câmara Frio 2 | - | - | - | - |
| Armazéns | 4388 | 19219,44 | 2,126837657 | 4 |

5.2.5 - Águas Quentes Sanitárias

As águas quentes sanitárias (AQS) destinam-se aos balneários e neste caso é obtida recorrendo ao termoacumulador. A acumulação de AQS efetua-se num reservatório com capacidade para 300 litros.

Não foi possível apurar as características do termoacumulador por falta de dados. Devido a esse facto, para a simulação de referência considerou-se uma eficiência de 0,95 para o sistema de AQS, de acordo com o regulamento.

Para a simulação com os valores previstos fez-se uma estimativa diária de litros gastos pela área de consumo.

Tabela 5.8 - Características do Termoacumulador

| Equipamentos | Capacidade total (l) | Potência (W) | Zona de Consumo | Área de Consumo (m ²) | l/m ² .dia |
|-----------------|----------------------|--------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------------|
| Termoacumulador | 300 | 3000 | Balneários | 317,38 | 0,945239 |



Figura 5.8 - Termoacumulador

5.2.6 - Climatização

No edifício em análise, a produção térmica de arrefecimento da loja é assegurada por um Chiller localizado nas traseiras do edifício. Esta unidade encontra-se ligada a três unidades de tratamento de ar (UTAs) para o hipermercado e uma UTA para os escritórios. Para a

climatização de áreas técnicas existem ainda várias unidades do tipo mono-split e multi-plit com potências compreendidas entre 0,64 kW e 2,86 kW.

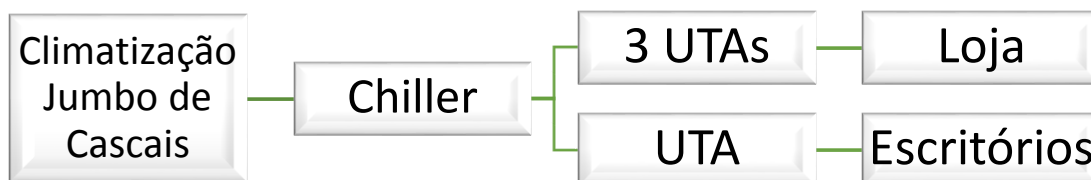


Figura 5.9 - Climatização Jumbo de Cascais

Relativamente ao seu estado físico, o chiller apresenta-se em más condições de higiene e manutenção. Verificam-se alguns pontos de corrosão, um pouco por todo o equipamento, e foram detetados vários pontos de tubagem sem qualquer isolamento mecânico de proteção ao isolamento térmico.



Figura 5.10 - Chiller

As três UTAs para climatização da loja apresentam-se em mau estado de higiene e manutenção. Os pré-filtros encontram-se colmatados e com necessidade de substituição. Verificou-se ainda bastante sujidade acumulada no interior da UTA e vários pontos de corrosão com necessidade de beneficiação.

A bateria de arrefecimento encontra-se desgastada e o tabuleiro de condensadores com necessidade de manutenção, uma vez que apresenta bastante sujidade acumulada.

As resistências elétricas apresentam-se em bom estado de manutenção e sem sinais de corrosão.

Relativamente aos splits, a unidade exterior apresentava-se em mau estado de manutenção, com diversos pontos de corrosão com necessidade de beneficiação. A unidade

interior encontrava-se em bom estado de manutenção. Verificou-se alguma sujidade nas extremidades dos filtros.

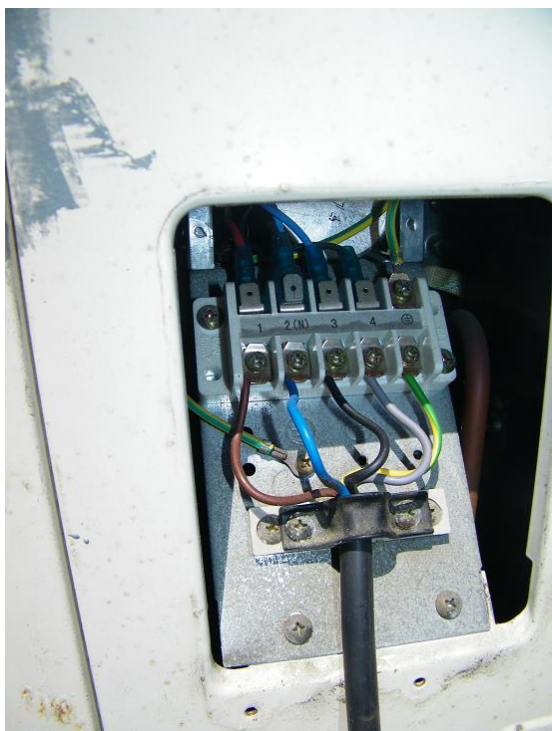


Figura 5.11 - Split unidade exterior



Figura 5.13 - Split unidade interior, verificação de filtros



Figura 5.12 - Split unidade interior

I. Valores Previstos

Além da inspeção visual é fundamental o levantamento das características dos equipamentos. Será necessário para a simulação o conhecimento da eficiência a frio e a calor.

Tabela 5.9 - Identificação geral do Chiller

| Identificação Geral | |
|----------------------|-------------------|
| Marca/Modelo | Trane RTAC 200 |
| Ano | 2004 |
| Tipo | Ar-Água |
| Nº Série | EKN2955 |
| Energia/ Combustível | Eletricidade |

| Especificações Técnicas | |
|--|-------|
| Potência térmica de arrefecimento [kW] | 714,5 |
| EER | 2,93 |
| SEER | 3,67 |
| Potência térmica de aquecimento [kW] | - |
| COP | - |
| SCOP | - |
| Potência elétrica [kW] | 244,2 |

| Especificações Elétricas | |
|--------------------------|-----------|
| Potência abs. [V/Ph/Hz] | 400/3~/50 |




Figura 5.14 - Chiller

Tabela 5.10 - Identificação geral do Split

| Identificação Geral | |
|--|------------------|
| Marca/Modelo | Lennox GHM18N |
| Ano | - |
| Tipo | Split |
| Especificações Técnicas | |
| Potência térmica de arrefecimento [kW] | 5,28 |
| EER | 3,22 |
| SEER | - |
| Potência térmica de aquecimento [kW] | 5,57 |
| COP | 3,13 |
| Especificações Elétricas | |
| Potência absorvida [V/Ph/Hz] | 230/1/50 |
| Consumo [kW] | 1,64/1,78 |



Figura 5.15 - Split

Na Tabela 5.9 e 5.10 podemos observar as características técnicas do Split e do Chiller. O split apresenta um EER de 3,22 e um COP de 3,13. Enquanto o chiller só produzindo arrefecimento apresenta um EER de 2,93.

II. Valores de Referência

Quanto aos valores de referência como já mencionado no capítulo 3, considera-se pela tabela A.5 em anexo um EER de 2.7 para o chiller. Para o split pela tabela A.3 fica-se com um EER de 2,8 e um COP de 3,2.

5.2.7 - Ventilação

Para a análise do caudal mínimo de ar novo, foi utilizado o método prescritivo. Baseia-se na determinação dos caudais devido aos ocupantes do espaço, ou devido ao próprio edifício. O caudal mínimo de ar novo é o maior dos valores aí determinados.

Para este método é necessário o pé direito das diferentes frações, o tipo de atividade aí realizada, e se essa atividade envolve a emissão de poluentes. O pé direito foi registado inicialmente quando se fez o levantamento das características físicas do edifício:

Tabela 5.11 - Pé direito das frações

| Pisos | Designação | Pé Direito |
|---------------|--------------------|------------|
| Piso 0 | Loja | 4,4 |
| | Zona de preparação | 3,5 |
| | Câmara de aves | 3,5 |
| | Câmara de carnes | 3,5 |
| Piso 1 | Escritórios | 3,5 |
| | Balneários | 3,5 |
| | Refeitório | 3,5 |
| | Câmara Frio 1 | 3,5 |
| | Câmara Frio 2 | 3,5 |
| | Armazéns | 6,5 |

Da Tabela A.10 podemos retirar o caudal de ar novo por ocupante e da tabela A.11 o caudal de ar novo por área. Com a obtenção do valor dos dois critérios, o de ocupação e o do edifício é possível calcular-se o Caudal de ar novo final, escolhendo-se o maior valor dos critérios e dividindo-se esse valor pelo valor de eficácia para diversos métodos de ventilação.

Tabela 5.12 - Ventilação método descritivo

| Fração | Critério de ocupação (m ³ /h) | Critério Edifício (m ³ /h) | Caudal de ar/ε _v Q _{ANF} (m ³ /h) |
|--------------------|--|---------------------------------------|--|
| Loja | 120000 | 79286,4072 | 150000 |
| Zona de preparação | 260 | 5933,886 | 7417,35 |
| Escritórios | 455 | 4538,6145 | 5673,26 |
| Balneários | 312 | 3332,49 | 4165,61 |
| Refeitório | 312 | 628,929 | 786,16 |

Sendo os cálculos efetuados pelas seguintes fórmulas:

$$\text{Critério ocupação} = Q_{an} \cdot N^{\circ} \text{occ} \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \quad (5.1)$$

Em que Q_{an} é o caudal de ar novo e N^oocc é o número de ocupantes.

$$\text{Critério edifício} = Q_{an} \cdot \text{área} \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \quad (5.2)$$

Em que Q_{an} é o caudal de ar novo.

Para a simulação no DesignBuilder é necessário o valor em litros por segundo:

Tabela 5.13 - Valores do caudal de ar novo para o DesignBuilder

| Fração | (l/s)/pessoa | (l/s)/m ² |
|--------------------|--------------|----------------------|
| Loja | 8,333333333 | 6,936876312 |
| Zona de preparação | 45,28301282 | 1,041666667 |
| Escritórios | 34,63533654 | 1,041666667 |
| Balneários | 25,43108974 | 1,041666667 |
| Refeitório | 8,333333333 | 1,808630227 |

5.2.8 - Outros Equipamentos

Como outros equipamentos, neste hipermercado existem, por exemplo, computadores e impressoras nos escritórios, arcas de refrigeração na loja, máquinas na zona de preparação, televisões no refeitório, entre outros. Apesar destes valores poderem ser todos medidos especificamente, optou-se por se fazer apenas o levantamento da iluminação considerando-se todos os outros no mesmo grupo.

5.3 - Auditoria

Como já mencionado por Auditoria Energética entende-se o exame detalhado das condições de utilização de energia na instalação. Para a realização desta auditoria procedeu-se à medição do consumo elétrico associado aos consumidores mais relevantes, a padaria, a charcutaria, a loja e os escritórios e confirmaram-se os consumos com as faturas energéticas.

O equipamento utilizado durante a Auditoria Energética foi um equipamento portátil de medição de grandezas elétricas, nomeadamente, um analisador de redes trifásico.



Figura 5.16 - Analisador de redes trifásico

Da análise das faturas entregues pelo cliente é possível quantificar os consumos e custos por forma de energia, neste edifício energia elétrica e gás propano. A energia elétrica é utilizada para equipamentos, iluminação e AVAC, enquanto o gás propano é utilizado para equipamentos da cozinha na zona de preparação.

Neste edifício, uma grande parte do consumo de energia elétrica tem origem nos equipamentos (câmaras frigoríficas). Considera-se ainda como equipamentos presentes no edifício todos os equipamentos eletrónicos tais como, por exemplo, computadores, monitores, impressoras, televisões, frigoríficos, fornos, etc. Para a contabilização de “outros” consumos, inclui-se ainda a iluminação exterior.

5.3.1 - Faturação

O cliente cedeu a faturação elétrica mensal de 2013 e 2012, da qual se fez uma média ao valor anual para se fazer uma comparação mais real à simulação. Em ambos os anos podemos observar que houve mais consumos no Verão onde é mais utilizado o ar condicionado, estando este edifício localizado numa área relativamente quente, como foi possível observar no subcapítulo da zona climática.

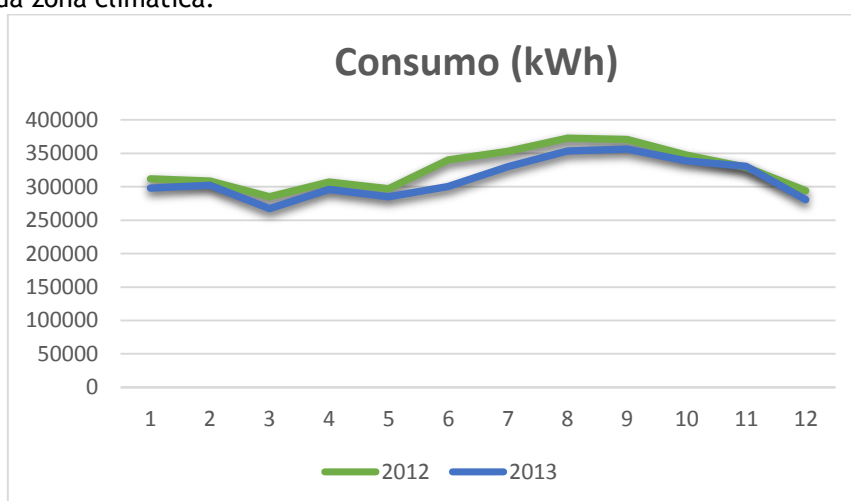


Figura 5.17 - Consumo elétrico dos últimos dois anos

Tabela 5.14 - Média anual do consumo elétrico

| |
|--------------------|
| Média (kWh) |
| 3826846 |

Quanto às faturas de gás apenas foram cedidas as faturas de 2013. Na Figura 5.18 é possível observar o consumo ao longo do ano, com um pico esperado no Inverno e outro em Abril.

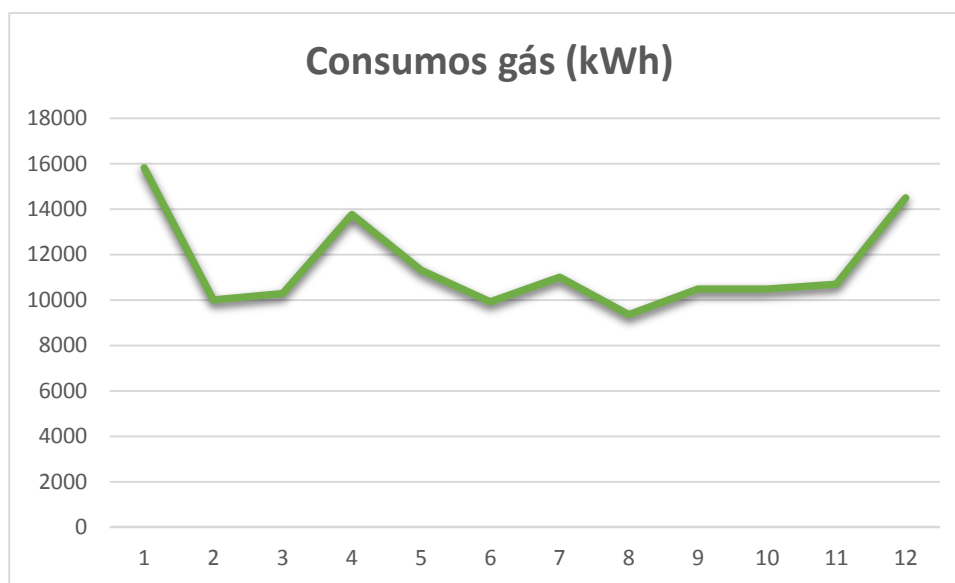


Figura 5.18 - Consumo anual do gás (2013)

5.3.2 - Consumos Medidos

Foram medidos os consumos mensais, diários, e também foi feita a medição de 15 em 15mn ao ar condicionado da loja num espaço de três meses para um melhor entendimento do funcionamento do Jumbo e dos tipos de consumos realizados.

Na análise mensal do ano de 2013, fez-se o total dos consumos parciais para ser possível observar-se a percentagem gasta em cada zona. Assim foi possível verificar que tal como se esperava, os maiores gastos são nas câmaras frigoríficas com valores positivos, e os menores nos escritórios.

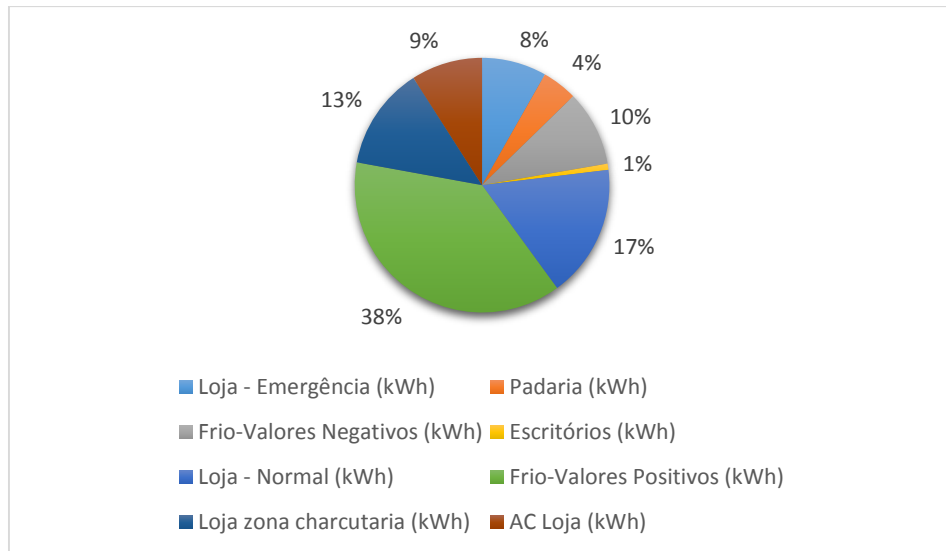


Figura 5.19 - Consumos parciais totais de 2013

Ainda na análise mensal, é possível confirmar a dedução feita na faturação do aumento do ar condicionado durante o Verão, como se pode ver na figura seguinte.

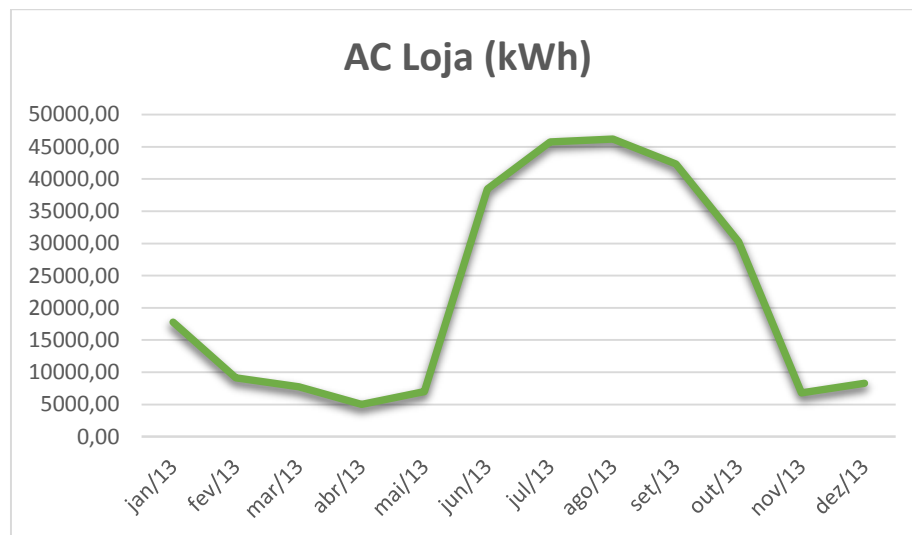


Figura 5.20 - Evolução do ar condicionado da loja em 2013

Na análise diária é interessante ver a evolução dos consumos ao longo da semana. A próxima figura mostra os consumos desagregados em cada dia.

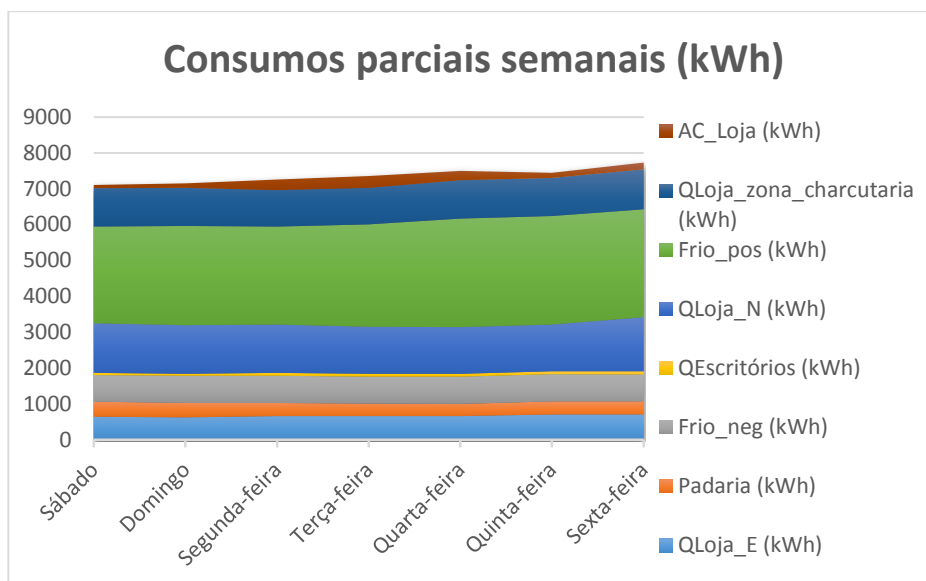


Figura 5.21 - Consumos desagregados semanais

Podemos verificar novamente que os maiores gastos vêm das câmaras frigoríficas, e dos gastos na loja. Nota-se também um certo aumento do consumo na sexta-feira.

Finalmente na análise diária verificou-se a evolução para um dia inteiro do ar condicionado na loja.

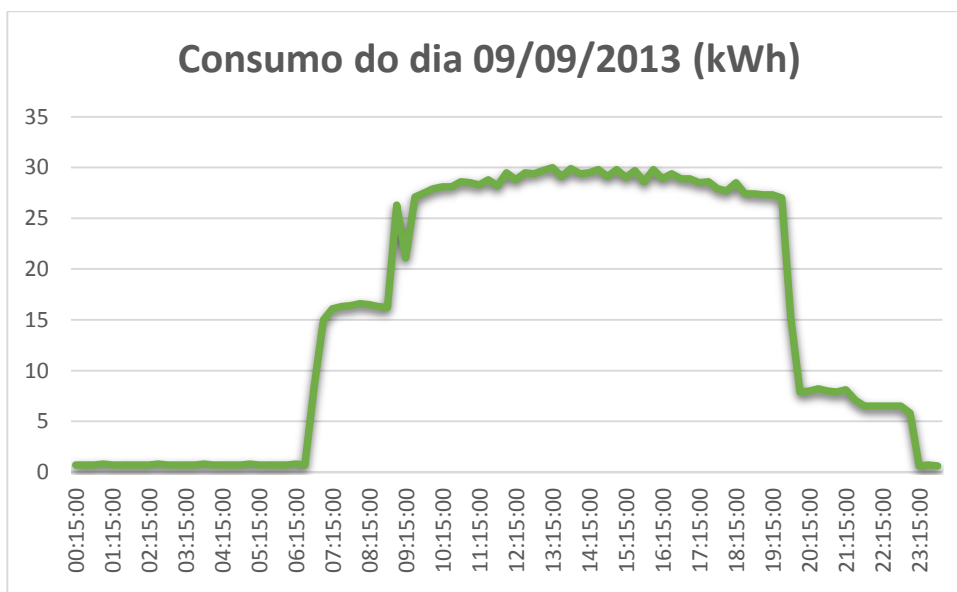


Figura 5.22 - Consumo diário do ar condicionado na loja

5.4 - Simulação

5.4.1 - Simulação

O primeiro passo da componente de simulação da auditoria consiste em construir um modelo de simulação, utilizando a ferramenta DesignBuilder, que representa o edifício nas condições reais de funcionamento conhecidas. Esta aplicação[18] permite efetuar simulações higrótérmicas de edifícios e hoje em dia é uma ferramenta fundamental para a avaliação correta do comportamento energético de edifícios, uma vez que permite efetuar simulações muito fiáveis, entrando com uma vasta gama de variáveis, tais como as dimensões do edifício, características das superfícies, equipamentos instalados, etc. Este programa é uma interface avançada do software EnergyPlus[19] que é o responsável pela realização dos cálculos e simulações. O programa EnergyPlus é desenvolvido pelo Departamento de Energia nos Estados Unidos da América e é de utilização gratuita. É um dos mais utilizados na área, uma vez que é alvo de contínuas atualizações e os resultados são fiáveis. Contudo, a introdução de dados neste programa é algo complexa e trabalhosa, e é aí que aparece o DesignBuilder, como interface gráfica do EnergyPlus, simplificando a introdução de dados.

A construção de um modelo de simulação representativo da realidade não é um processo linear, mas de alguma maneira iterativo, em que a análise dos resultados gera repetidamente ajustes no modelo e na compreensão do sistema. Particularmente, os resultados obtidos na simulação, quando comparados com os consumos de energia efetivamente registados, permitem estimar a eficiência global efetiva do sistema de climatização. Nesta secção descreve-se a metodologia aplicada para a simulação, que cumpre os requisitos do RECS para edifícios de serviços com mais de 1000 m² (simulação dinâmica detalhada multizona).

Consideraram-se as soluções construtivas descritas anteriormente e o ficheiro climático utilizado na simulação corresponde, conforme referido, a um ano típico para Cascais.

I. Introdução dos dados

Para compreender melhor o funcionamento do programa, primeiro é necessário perceber como funciona a hierarquia de dados. No lado esquerdo do programa, existe um menu chamado Painel de Navegação onde se pode ver a sequência da hierarquia de dados demonstrada na Figura 5.23, de uma maneira mais perceptível.

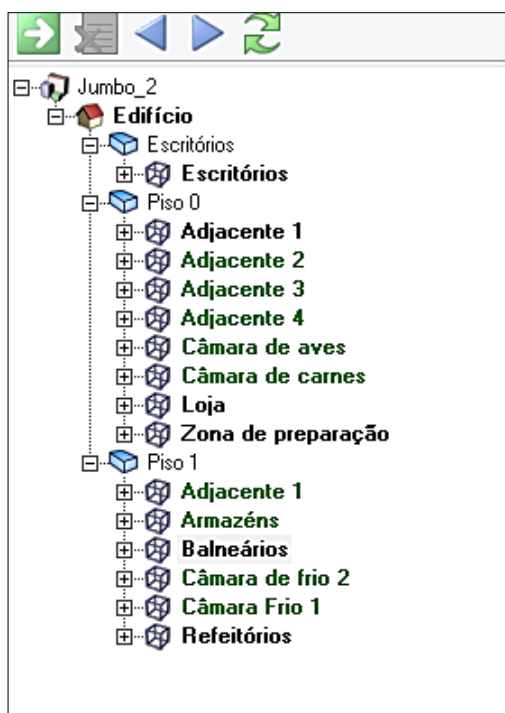


Figura 5.23 - Painel de Navegação do DesignBuilder

Ao introduzir uma alteração numa determinada categoria, esta alteração irá ser aplicada a todos os níveis subjacentes à qual a alteração foi efetuada, não havendo necessidade de alterar o que quer que seja nestas categorias subjacentes.

Isto é bastante útil caso se pretenda introduzir alterações significativas no edifício. Por exemplo, supondo que se pretende alterar a constituição das paredes, em vez de alterar a sua constituição parede a parede, pode-se introduzir essa alteração na categoria Block, se se pretende apenas alterar as paredes de um único piso, ou então na categoria Building, sendo esta alteração aplicada a todas as paredes do edifício.

Na janela geral do programa encontra-se na parte superior o Menu do programa, onde se podem fazer diversas operações como abrir ou guardar um projeto, assim como exportar dados para outro programa, ou vice-versa. Na barra de ferramentas é onde estão as ferramentas utilizadas para a construção/edição geométrica do modelo que pretendemos construir. O Painel de Navegação, como já foi referido acima, serve para selecionar uma zona em particular do edifício, uma secção, ou mesmo o edifício completo, de modo a introduzir as alterações nos elementos pretendidos. A Tela de Edição é onde se efetua a construção geométrica do edifício, e navegando pelos vários Separadores de Dados, é nesta zona que se vai efetuar o respetivo dimensionamento construtivo, sistemas AVAC, aberturas, iluminação e tipo de atividade desenvolvida no edifício. Alternando entre os Separadores de Telas, pode-se observar o modelo que se está a construir, o projeto de aquecimento, projeto de arrefecimento, as simulações, CFD (Computational Fluid Dynamics), e a iluminação natural.

Quando se cria um novo projeto no DesignBuilder, inicialmente é necessário escolher o nome do projeto, o tipo de clima onde se insere, ou seja, escolhendo a cidade onde se irá localizar o edifício, e escolhendo também o tipo de análise que se pretende efetuar, que neste caso será a versão portuguesa.

Posteriormente pode-se começar a construir o modelo geométrico de forma algo intuitiva já com o zonamento térmico definido na Tabela . A implementação de portas e janelas é apenas realizada numa etapa mais à frente na construção. Nesta altura apenas se desenhavam as paredes interiores e exteriores e o telhado, que pode ser inclinado ou plano. A construção é realizada por blocos, que correspondem a pisos na realidade. Na Figura 5.25 encontra-se o separador ‘Construction’ que é referente aos elementos construtivos. É aqui que se introduzem as características construtivas de todos os elementos do modelo em análise, como as paredes, pavimento e cobertura.

Também se define a infiltração de ar através destes elementos, traduzida em renovações de ar por hora. Neste separador apenas se definiram as ‘external walls’ referentes às paredes, ‘flat roof’ que corresponde à cobertura plana tal como no modelo, e o ‘external floor’ que faz referência ao pavimento.

O modelo geométrico completo é representado graficamente na Figura 5.24. A imagem mostra o edifício.

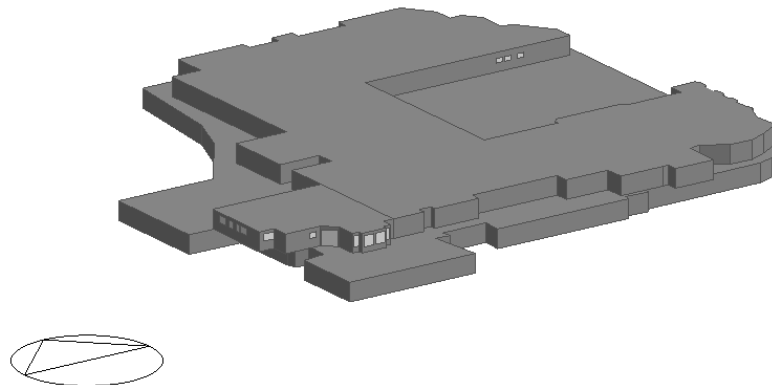


Figura 5.24 - Modelo de simulação realizado no DesignBuilder

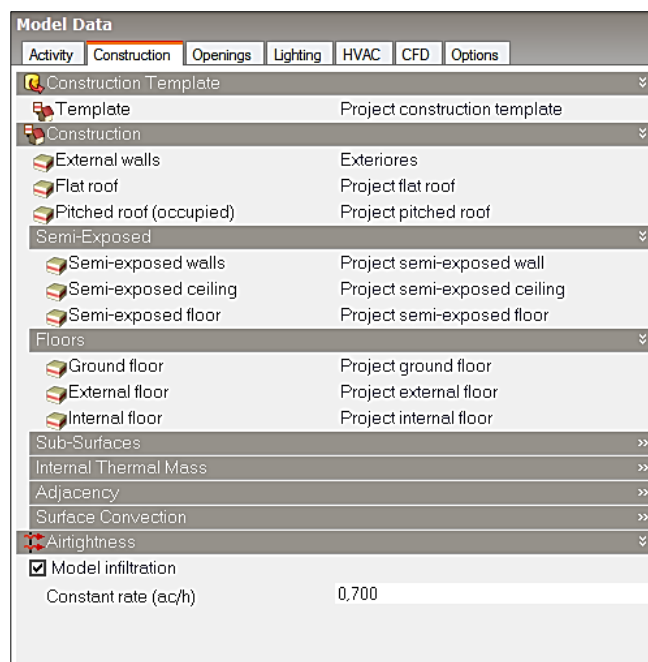


Figura 5.25 - Aba construção do DesigBuilder

No separador das aberturas são introduzidas as características dos envidraçados, bem como das portas. Neste modelo não consideramos portas, por isso não foram definidas neste separador. Também não foi definido o 'roof windows' já que o modelo não possui qualquer tipo de envidraçado na cobertura, contudo se existisse era neste campo que se iria introduzir as suas características. Apenas foram definidas neste separador as características dos envidraçados.

Na Figura 5.26 está demonstrado o separador referente à atividade geral. É possível definir os ganhos energéticos de forma simples, tal como está na figura, em que apenas se define o valor em W/m^2 , e o horário em que estes ganhos acontecem, mas também é possível definir os ganhos de forma detalhada, em que estes são distribuídos em:

- Ocupação humana
- Computadores
- Equipamento de escritório
- Iluminação
- Equipamentos em funcionamento
- Restauração

Em todos os casos é possível definir o valor dos ganhos, assim como o seu horário.

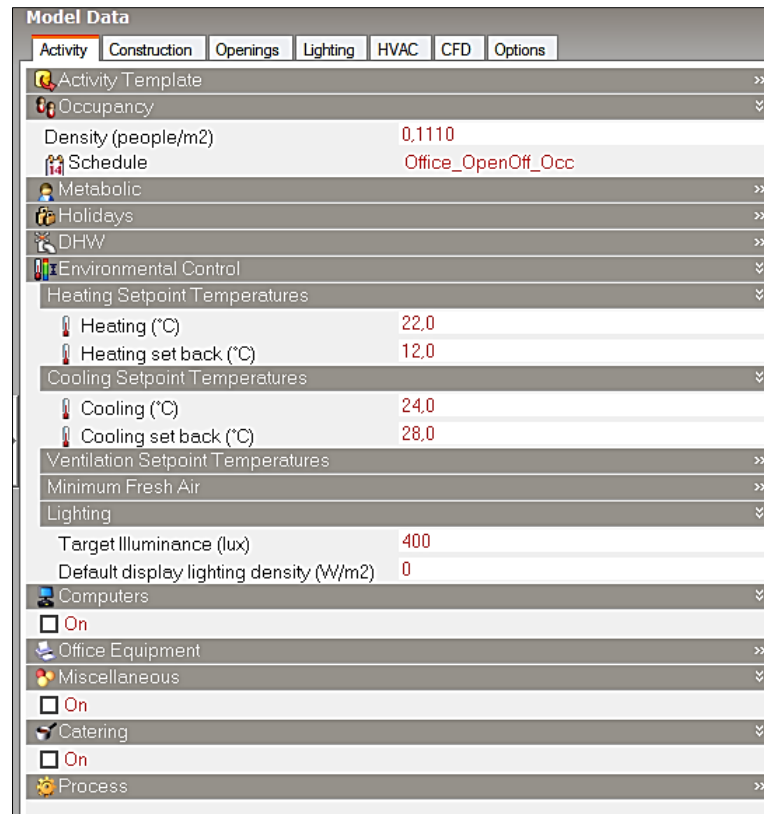


Figura 5.26 - Aba de atividade geral do DesignBuilder

Existem já modelos de equipamentos pré-definidos na biblioteca do DesignBuilder, que podem ser ajustados como o projetista entender. É possível definir o tipo de combustível utilizado por cada equipamento, assim como o período de funcionamento que pode ser sazonal (Verão ou Inverno) ou anual e o número de dias de semana em que está em funcionamento. Também se pode introduzir o COP (Coefficient Of Performance) dos equipamentos, que corresponde à sua eficiência e definir um horário de pré-aquecimento ou pré-arrefecimento, se assim se entender necessário. Existe a possibilidade de ligar certas funções como a ventilação natural e/ou ventilação mecânica, e também as águas quentes sanitárias (DHW - Domestic Hot Water).

5.5 - Certificação Energética

5.5.1 - Validação do Modelo de Simulação

Por validação do modelo entende-se o processo iterativo de ajuste que conduz a que os resultados dos consumos energéticos da simulação sejam próximos dos valores obtidos na auditoria energética. No caso em apreço (em que não existem medições diretas de

parâmetros), as grandezas avaliadas na calibração do modelo são os consumos globais de energia elétrica e consumos de gás. Assim, no processo de validação são comparados os consumos históricos registados pela faturação energética com os consumos previstos pela simulação para o modelo produzido. O processo pode levar a uma série de reajustes de vários parâmetros do modelo.

Como já mencionado anteriormente, para além dos consumos de energia elétrica da iluminação e dos vários equipamentos existentes, referidos em secções anteriores, as necessidades de energia útil para aquecimento e arrefecimento previstas por simulação são convertidas em consumos de energia final (eletricidade) através da eficiência dos equipamentos envolvidos nos processos de produção térmica

Assim, no âmbito deste trabalho, e ao abrigo do RECS, considera-se que um modelo está validado se os resultados globais para o ano decorrentes da simulação indicarem consumos de energia num intervalo de $\pm 10\%$ dos consumos registados pela faturação. Neste caso avaliaremos também com um segundo critério, a nível mensal que não deve ultrapassar um desvio de 15%.

I. Simulação para Valores Previstos

Os resultados obtidos nas simulações iniciais apontavam para consumos globais altos a nível do AVAC e baixos a nível de outros equipamentos elétricos, quando comparados com a faturação total. A diferença anual era assinalável, sempre superior a 10%. Foi assim feito um levantamento mais rigoroso no que respeita aos perfis de utilização do edifício pelos ocupantes. Este aperfeiçoamento permitiu concluir que os perfis de utilização de climatização se encontravam sobrestimados, na medida em que a utilização do ar condicionado não é exatamente igual à do perfil de ocupação, uma vez que este só é utilizado quando necessário, sendo feito então uma estimativa média diária de utilização do AVAC. Outro ajuste a nível dos equipamentos, foi um aumento de potência nos consumos elétricos, na área onde há camaras frigoríficas e outros consumos elevados. Esta medida foi suficiente para colocar os consumos globais da simulação a satisfazer a primeira exigência.

No final do processo de validação, para o ano, os consumos globais previstos pela simulação são os que constam na Tabela 5.15.

Tabela 5.15 - Valores da simulação prevista

| Simulação prevista | |
|-------------------------|-----------|
| Consumos | (kWh) |
| Iluminação | 636094,40 |
| Ventilação climatização | 649,91 |
| Bombas climatização | 2139,70 |
| Aquecimento | 0,31 |
| Arrefecimento | 264286,00 |

| | |
|---------------------|---------|
| Águas QS | 3851,99 |
| Outros eletricidade | 2944105 |
| Outros gás | 132240 |

Na Tabela 5.16 pode-se verificar em primeiro lugar os consumos elétricos medidos desagregados por equipamentos, iluminação e AVAC. Estes, como já mencionado, foram conseguidos medindo o total e o AVAC no quadro elétrico, fazendo o levantamento de campo de iluminação, e finalmente o que resta, é tratado como outros equipamentos. À frente encontra-se os valores (para um ano) da simulação elétrica. Em baixo encontra-se a comparação entre o total anual (neste caso fez-se uma média dos valores de 2012 e 2013) das faturas energéticas, e da simulação dinâmica, nas quais podemos verificar que têm um desvio menor que 10%.

Tabela 5.16 - Validação dos valores previstos no programa de simulação

| Consumos | Auditoria energética Elétrica (valores medidos) [kWh] | Simulação dinâmica Elétrica [kWh] | Desvio % |
|---------------------------|---|-----------------------------------|-----------------|
| Outros Equipamentos | 2818643 | 2944105 | 4,26% |
| Iluminação | 632425 | 636094 | 0,58% |
| AVAC | 264594 | 267076 | 0,93% |
| Total | 3715662 | 3847275,32 | 3,42% |
| Totais | Faturas energéticas [kWh] | Simulação dinâmica [kWh] | Desvio % |
| Total Eletricidade | 3826846 | 3847275 | 0,53% |
| Total Gás | 137664 | 132240 | 3,94% |

As diferenças mensais resumem-se na Figura 5.27 e na Figura 5.28, que permite com mais exatidão aferir o cumprimento do segundo critério.

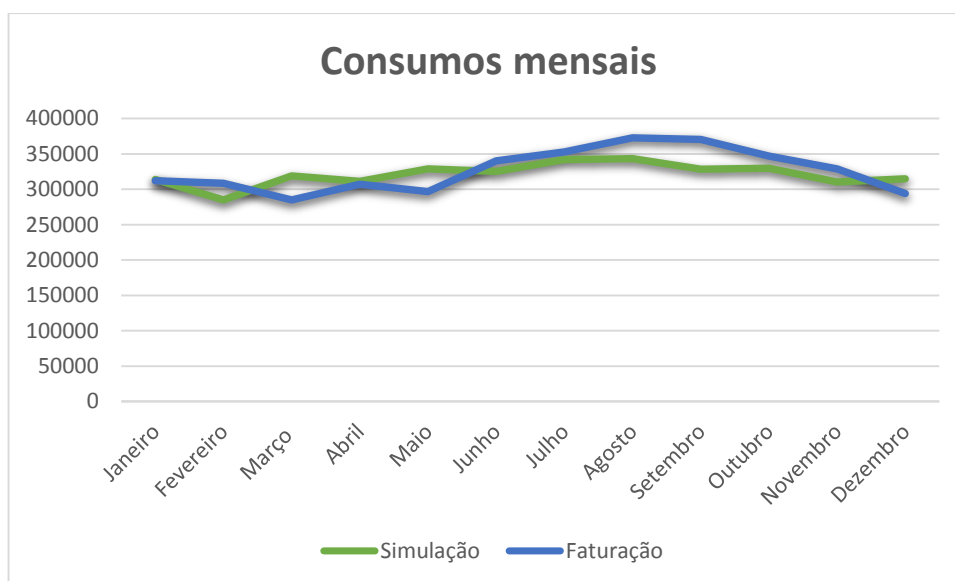


Figura 5.27 - Evolução ao longo do ano dos consumos previstos pela simulação e dos consumos elétricos faturados

Como está evidente, as diferenças não excedem em nenhum mês os 15%. Assim, as duas exigências adotadas estão satisfeitas, podendo o modelo considerar-se como fidedigno da realidade.

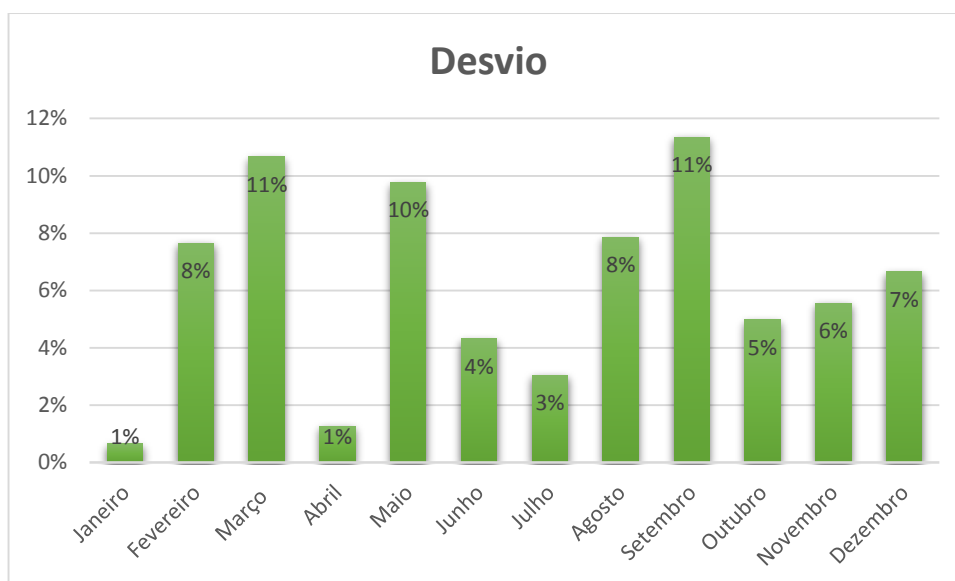


Figura 5.28 - Diferenças percentuais mensais entre os consumos previstos em simulação e os consumos faturados

II. Simulação para Valores de Referência

Nesta secção apresenta-se a metodologia utilizada nas simulações em condições de referência.

O RECS pretende analisar a prestação energética de um edifício que dispõe de determinadas características (de construção, de iluminação, de climatização, etc.) baseando-se tanto quanto

possível em critérios independentes das condições específicas de utilização desse edifício. São então definidas no regulamento condições de referência de utilização, as quais não são mais que perfis normalizados de ocupação, iluminação e equipamento, de acordo com a tipologia.

Tabela 5.17 - Valores da simulação de referência

| Simulação de referência | |
|-------------------------|-----------|
| Consumos | (kWh) |
| Iluminação | 500963,90 |
| Ventilação climatização | 123,72 |
| Bombas climatização | 7671,19 |
| Aquecimento | 0,22 |
| Arrefecimento | 200292,70 |
| Águas QS | 3562,06 |
| Outros (eletricidade) | 2944105 |
| Outros (gás) | 123424,8 |

5.5.2 - Rácio da Eficiência Energética

O IEE permite avaliar a eficiência energética de um edifício, comparando os consumos deste edifício com valores de referência específicos para o tipo de atividade desenvolvida, permitindo por essa via uma comparação rápida de eficiência energética entre edifícios que podem ter padrões de utilização muito diferentes e que, por isso, de outra forma seriam de difícil comparação.

O IEE é função de todos os consumos de energia do edifício, incluindo equipamentos, iluminação, ventilação e energia despendida nos processos de aquecimento e arrefecimento, bem como iluminação exterior. Para obtenção dos consumos de energia em condições de referência utiliza-se o modelo de simulação anteriormente desenvolvido, ao qual se aplicam as referidas condições exigidas.

Pela equação 3.6 foi então calculado o índice de eficiência energética previsto:

Tabela 5.18 - IEE previsto

| IEE previsto | |
|---|----------|
| $IEE_{prev,S}$ [kWh _{EP} /m ²] | 228,9049 |
| $IEE_{prev,T}$ [kWh _{EP} /m ²] | 756,3521 |
| 985,2569956 kWh_{EP}/m² | |

Pela equação 3.7 foi então calculado o índice de eficiência energética de referência:

Tabela 5.19 - IEE de Referência

| IEE Ref | |
|---|--------|
| IEE _{ref,S} [kWh _{EP} /m ²] | 179,84 |
| IEE _{ref,T} [kWh _{EP} /m ²] | 755,46 |
| 935,3043104 kWh_{EP}/m² | |

Finalmente pela equação 3.9 foi então calculado o rácio do índice de eficiência energética, obtendo-se uma classe energética C para o edifício.

Tabela 5.20 - Classe Energética

| | |
|-------------------|----------|
| RIEE | 1,27 |
| Classe Energética | C |

5.6 - Plano de Melhorias

O edifício foi objeto de um estudo de medidas de melhoria que visa identificar oportunidades para otimizar o desempenho energético e melhorar as condições de condução e manutenção das instalações. No estudo foi avaliada a possibilidade de implementar algumas soluções de acordo com a listagem indicada:

- Redução das necessidades energéticas por intervenção na envolvente;
- Otimização dos consumos energéticos associados à iluminação e ao sistema de climatização.
- Utilização de energias renováveis;
- Melhoria das condições de condução e manutenção das instalações.

Relativamente ao primeiro ponto, não foram identificadas patologias construtivas.

As medidas construtivas propostas destinam-se à redução das necessidades de energia pela envolvente, através da melhoria das características dos vãos envidraçados, adoção de sistemas de aquecimento de águas sanitárias por fontes renováveis, aumento de eficiência dos sistemas de climatização e dos dispositivos de iluminação.

5.6.1 - Medidas

I. Medidas para reduzir as necessidades energéticas por intervenção na construção

O reforço do isolamento nas paredes, tetos e/ou pavimentos traduz uma melhoria significativa no balanço energético final de uma habitação, no entanto não se sugere nenhuma alteração uma vez que qualquer alteração ao nível construtivo acarretaria gastos elevados para um edifício já existente. Ao nível dos envidraçados, existe a solução de substituição da caixilharia com corte térmico, reduzindo o valor do coeficiente de transmissão térmica. No entanto este tipo de solução acarreta custos bastante elevados que não se mostram prioritários tendo em conta a pequena quantidade de vãos envidraçados.

II. Alteração do Sistema de AQS

O número anual de horas de Sol em Portugal é de 2500 horas, o que no contexto Europeu faz do nosso país, um local privilegiado para a instalação nos edifícios de painéis solares, tecnicamente designados de coletores solares térmicos.

O aquecimento de Águas Quentes Sanitárias com recurso a Coletores Solares Térmicos pode reduzir grandemente os gastos de energia primária (gás ou eletricidade) e contribuir para a redução das emissões de CO₂.

Um coletor solar é um dispositivo que converte a energia solar em energia térmica. Em termos gerais, o sistema completo é constituído por um ou vários painéis que recebem a luz do sol, um permutador em que o fluido de aquecimento circula e um depósito em que a água quente é armazenada.

Em reuniões promovidas pelo fórum “Energias Renováveis em Portugal” concluiu-se que as principais barreiras ao desenvolvimento de coletores solares térmicos são: a existência de um elevado investimento inicial, falta de conhecimento e credibilidade por parte dos consumidores portugueses, e constrangimentos a nível da construção dos edifícios. No entanto, segundo um estudo (Água Quente Solar, 2008), o potencial máximo de aplicação de sistemas solares térmicos no sector doméstico português até 2010 é superior a 7 milhões de metros quadrados.

Através do programa informático *Solterm 5.0*[20] foi feita uma simulação para o edifício de serviços, na qual se teve em consideração os atuais consumos de água quente por parte dos seus clientes.

O *SolTerm* é um programa de análise de desempenho de sistemas solares elaborado pelo Laboratório de Estado Português na área da Energia, e especialmente concebido para as condições climáticas e técnicas de Portugal.

É ainda o software a ser utilizado na contabilização da contribuição de sistemas de energias renováveis para o balanço energético de edifícios, no contexto do Sistema de Certificação de Edifícios, Decretos-Lei 78, 79 e 80/2006, de 4 de Abril, com o qual a versão 5.0 foi especificamente compatibilizada.

Realizou-se um estudo que incide sobre um sistema de 5 painéis solares térmicos do tipo com um permutador externo e depósitos de acumulação com capacidade de 300 L.O local

preferencial para a colocação destes painéis deverá ser um espaço exterior sem a possibilidade de sombreamento e virado a sul, sendo que a cobertura no edifício reúne as referidas condições.

Este sistema vai introduzir uma pequena redução na faturação de energia elétrica e a consequente emissão de CO₂, visto vir a substituir o uso diário do termoacumulador.

É importante ter em consideração que a contribuição de sistemas solares térmicos só pode ser contabilizada, se os sistemas ou equipamentos forem certificados de acordo com as normas e legislação em vigor, instalados por instaladores acreditados pela DGGE e cumulativamente se houver a garantia de manutenção do sistema em funcionamento eficiente durante um período mínimo de seis anos após a instalação.

No anexo B encontra-se o relatório da simulação do Solterm.

III. Medidas para reduzir as necessidades energéticas por intervenção na iluminação

Para se poder fazer um plano de possíveis melhorias na eficiência energética na área da iluminação é necessário avaliar-se vários fatores e fazer-se uma correta gestão dos espaços em específico e das suas reais necessidades reais.

Um sistema de gestão inteligente da iluminação apenas funciona se for perfeitamente aceite pelos ocupantes do local. A sua imaginação é incrível no que diz respeito a contrariar um sistema automático, o qual tem de ser impercetível, compreendido e aceite pelos ocupantes.

Neste caso em que avaliamos foi avaliado um grande edifício de serviços, com diversas áreas para diversas com diferentes funções, há vários aspetos a ter em consideração:

- Um sistema de gestão da iluminação não funciona se não for aceite pelos ocupantes;
- Num grande espaço é mais importante dar aos ocupantes a possibilidade de acender as armaduras da zona em que trabalham do que de todo o espaço;
- Uma armadura com lâmpadas fluorescentes não deve ser desligada por períodos de tempo inferiores a 15 ou 20 minutos;
- Nos pequenos locais é dada prioridade à sensibilização do(s) ocupante(s);
- Nas zonas de circulação pode reduzir-se o nível de iluminação, em função do horário (desligar 2/3 das armaduras por exemplo);

A deteção de presença é recomendada em locais em que a ocupação é ocasional através de um comando das armaduras de iluminação tudo ou nada, ou quando a ocupação se faz de maneira prolongada com um comando de regulação do fluxo luminoso das armaduras (fluxo mínimo em caso de ausência e fluxo máximo no caso de presença).

Quanto ao tipo de lâmpadas existem quatro tipos principais, das quais as mais económicas são sem dúvida as fluorescentes e as fluorescentes compactas. Estas lâmpadas emitem a mesma luz que uma lâmpada incandescente convencional, gastando menos 80% da energia. Relativamente às lâmpadas de halogéneo, a eficiência energética e os custos de exploração são desfavoráveis quando comparados com as fluorescentes compactas. A utilização de lâmpadas Incandescentes normais deverá restringir-se apenas aos casos em que não é possível a substituição por tecnologia fluorescente. As fluorescentes tubulares são uma solução recomendada para espaços como cozinhas, corredores, escritórios e outros locais cuja componente estética não seja fundamental. Estas apresentam um consumo de energia 80% inferior às lâmpadas tradicionais e são a melhor solução para espaços onde seja necessária iluminação permanente, exterior ou interior, e iluminação de segurança. Ao nível de iluminação de interiores existem já soluções estéticas comparáveis às oferecidas pelas lâmpadas de Halogéneo (ao nível dos tetos falsos) ou pelas incandescentes (ao nível dos candeeiros). Apesar de não apresentarem ruído associado nem interferências magnéticas, é sabido que as lâmpadas incandescentes são muito menos eficientes do que as fluorescentes, e que têm um curto período de vida. Um sistema de iluminação de baixa eficiência energética, como lâmpadas incandescentes, converte em iluminação cerca de 5% da energia utilizada sendo a restante convertida em calor.[21] Este facto pode levar a um aumento da utilização de sistemas de arrefecimento, como o ar condicionado, responsáveis por um consumo considerável de energia.

No caso de um edifício de serviços já existente, as mudanças têm prioritariamente a ver com o investimento económico e o retorno obtido, uma vez que não se vai alterar a fisionomia do edifício e se querem evitar ao máximo custos com a alteração de luminárias. Realizaram-se assim duas estimativas de substituições de lâmpadas e estudou-se o investimento necessário e respetivo período de retorno. A ideia é a de com uma mudança simples se consiga reduzir de forma significativa os consumos para o cliente, segundo o princípio de Pareto[22] que afirma que 80% das consequências advêm de 20% das causas.

Como estudo prévio à substituição das lâmpadas realizou-se a desagregação da iluminação por zonas como o balcão de atendimento aos clientes (Figura 5.29), frigoríficos da loja (Figura 5.30) ou escritórios (Figura 5.31). No entanto observou-se uma não homogeneidade presente nos tipos de lâmpadas existentes nessas zonas, decidindo-se assim fazer um plano de substituição geral por tipo de lâmpada e não por área.

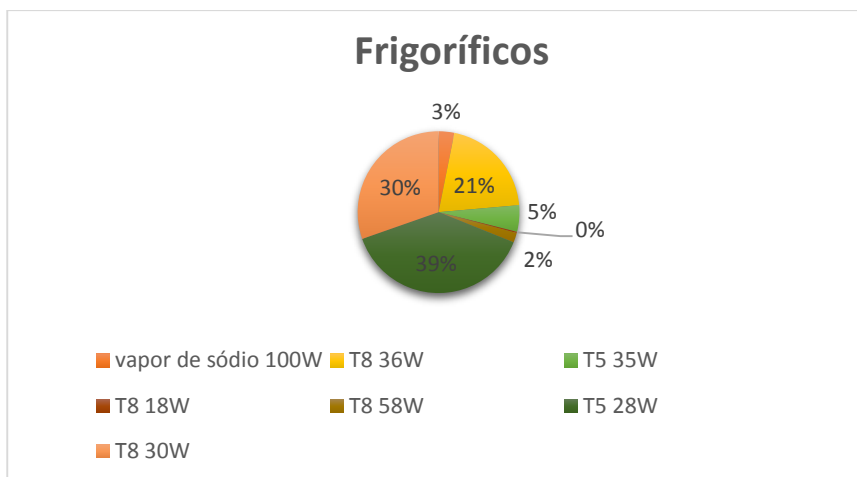


Figura 5.29 - Desagregação da iluminação dos frigoríficos da loja

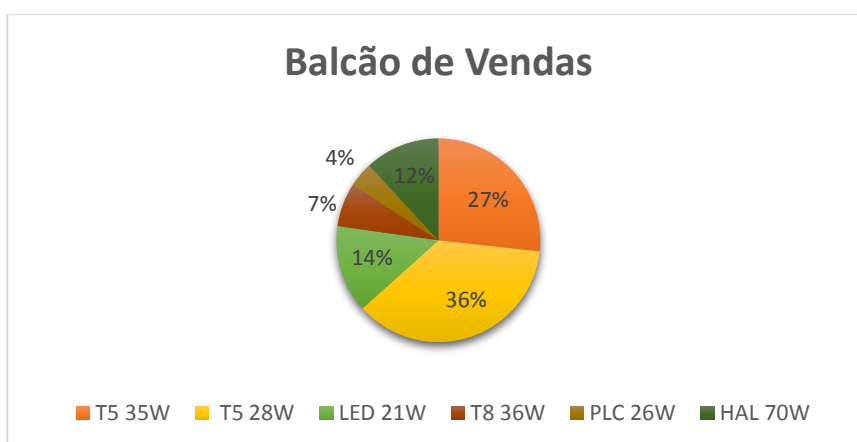


Figura 5.30 - Desagregação da iluminação no balcão de vendas da loja

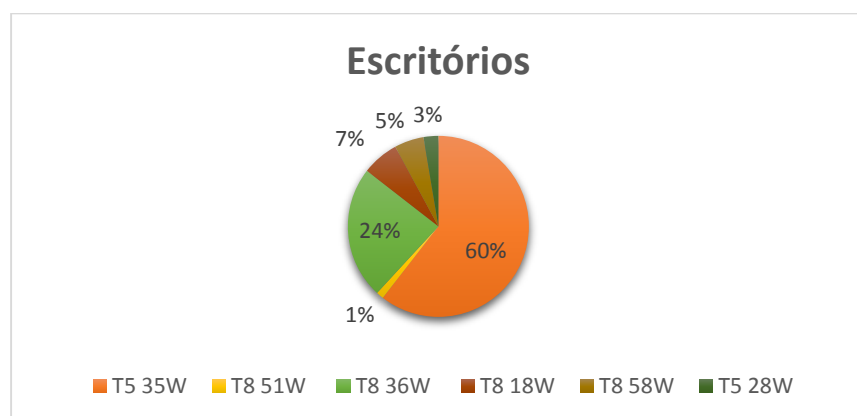


Figura 5.31 - Desagregação da iluminação dos escritórios

A. Medida de melhoria 1

A primeira medida de melhoria testada baseou-se nos seguintes aspetos:

- Substituição das lâmpadas T8 por lâmpadas Retrofit T5[23];
- As eco T8 de 51W mantêm-se;
- As restantes substituem-se por LEDs.

A substituição de lâmpadas T8 por lâmpadas RETROFIT T5 deve-se ao facto de serem dispositivos que permitem uma substituição fácil das lâmpadas fluorescentes T8 e respetivos balastos magnéticos pela nova geração de lâmpadas T5 sem necessidade de proceder a qualquer alteração nas luminárias e armaduras existentes. Para além disso, o tempo de vida útil da Lâmpada Retrofit T5 é superior a 20.000 horas, aproximadamente o dobro do tempo de vida útil das lâmpadas T8, o que se reflete em ganhos operacionais relacionados com a manutenção do parque instalado e atrasa novos investimentos na renovação dos equipamentos.

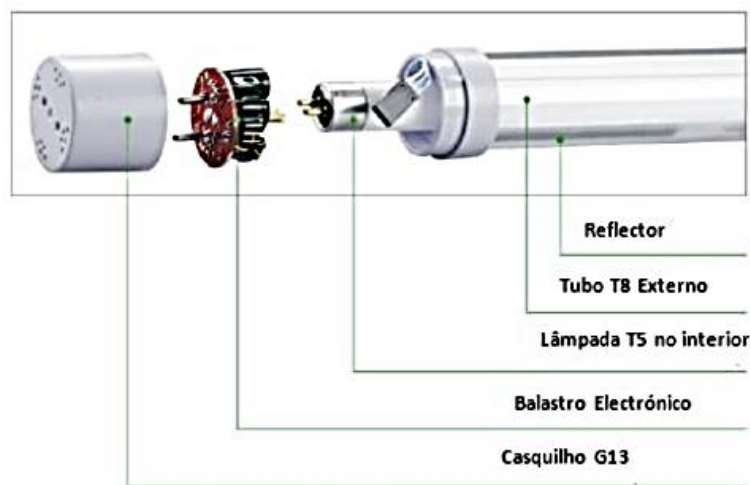


Figura 5.32- Lâmpada Retrofit T5

Este tipo de lâmpadas apresenta vantagens como ter de origem um balastro eletrónico (Figura 5.32) obtendo com isso benefícios provenientes da substituição do balastro ferromagnético pelo eletrónico, que neste caso apresenta um elevado fator de potência. Desta forma a energia reativa é reduzida aproximadamente a zero, libertando deste modo a capacidade da instalação elétrica existente, evitando sobreaquecimentos e as penalizações na fatura elétrica quanto ao consumo da mesma.

A Lâmpada Retrofit T5 introduz um baixo teor de distorção harmónica na instalação do cliente de modo a evitar complicação geradas por distorções harmónicas muito elevadas. Esta solução é ideal para todas as aplicações onde o acesso à troca de lâmpadas é de difícil acesso e com custos adicionais devido à interrupção da operação.

A não alteração das T8 de 51W e das T5 é devido às lâmpadas fluorescentes T5 garantirem maiores índices de eficiência gerais e apresentarem sensivelmente o mesmo fluxo luminoso que as lâmpadas T8 para uma potência de consumo inferior, garantindo assim que não há um comprometimento dos níveis de iluminância recomendados, para os locais de implementação previstos. Relativamente às T8 Eco, este tipo de lâmpadas mantêm-se nesta simulação devido

a já terem mais eficiência com a manutenção dos lumens e apresenta uma poupança de energia na ordem dos 10%[24].

As restantes, representam uma pequena percentagem do total de lâmpadas, pelo que se decidiu alterar o tipo de lâmpada para LEDs, uma vez que apesar do elevado custo são o tipo de lâmpadas que apresentam uma melhor eficiência.

Para este novo cenário, foi elaborado novo estudo para obter a densidade de potência (Tabela 5.21), de modo a fazer nova simulação no DesigBuilder e avaliar de que forma o efeito das melhorias propostas na iluminação afetam o comportamento energético do edifício

Tabela 5.21 - Valores a alterar na simulação para análise de medida de melhoria 1

| Designação | Área (m ²) | Potência (W) | DPI |
|--------------------|------------------------|--------------|----------|
| Loja | 6006,546 | 95883,5 | 15,96317 |
| Zona de preparação | 565,132 | 1253 | 2,217181 |
| Escritórios | 432,249 | 2124 | 4,913834 |
| Balneários | 317,38 | 1402 | 4,417418 |
| Refeitório | 59,898 | 210 | 3,50596 |
| Armazéns | 2063,157 | 3884 | 1,882552 |

Depois de realizada a simulação fez-se o cálculo do RIEE com os mesmos valores de referência calculados no subcapítulo anterior. Na Tabela 5.22 verifica-se que embora a classe energética se mantenha, o RIEE desceu ligeiramente.

Tabela 5.22 - Classe energética com medida de melhoria 1

| | |
|-------------------|------|
| RIEE | 1,12 |
| Classe Energética | C |

Para uma melhor perspetiva do que será poupado tanto a nível energético como económico, apresenta-se a Tabela que evidencia a energia poupada (diferença entre a energia atual e a energia com os valores das medidas de melhoria), o custo anual poupado que foi calculado, primeiro multiplicando a energia mensal por 0,061 (valor médio da energia em hora de ponta e de cheia), e de seguida fez-se a diferença entre o custo anual atual e o custo anual com os valores das medidas de melhoria (usando o mesmo valor do tarifário para os dois tipos de custos).

Para o cálculo do investimento considera-se um valor de substituição para dois cenários. No primeiro cenário define-se o valor[25] de substituição de todas as lâmpadas já existentes no edifício por outras equivalentes e calcula-se o valor total da substituição no final do ciclo de vida dos ativos- No segundo cenário define-se o valor das lâmpadas com que queremos substituir as atuais, e faz-se o cálculo do valor total da substituição no final o ciclo de vidas das existentes. A diferença entre os valores obtidos em cada cenário permite identificar o

investimento que teria de ser feito no edifício para se poupar anualmente cerca de 60 GWh de energia. Este investimento seria completamente recuperado em cerca de um ano e quatro meses.

Tabela 5.23 - Análise económica da medida de melhoria 1

| | |
|----------------------------|--------------|
| Energia poupada | 58 128,7 kWh |
| Custo anual poupado | 3 894,62 € |
| Investimento | 5 068,48 € |
| PRI (anos) | 1,3 |

B. Medida 2

Resolveu-se testar uma nova medida de melhoria, neste caso mais extrema, para uma análise de como ficaria o edifício energeticamente se todas as lâmpadas fossem substituídas por lâmpadas do tipo LED.

Em primeiro lugar começou por se analisar potências equivalentes para este tipo de LEDs[26]. De seguida, tal como no caso anterior calculou-se as densidades de potência (Tabela 5.24) da iluminação e refez-se a simulação no DesignBuilder.

Tabela 5.24 - Valores a alterar na simulação da análise de melhoria 2

| Designação | Área (m²) | Potência (W) | DPI |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------|------------|
| Loja | 6006,546 | 45666,5 | 7,60 |
| Zona de preparação | 565,132 | 1295 | 2,29 |
| Escritórios | 432,249 | 1275 | 2,94 |
| Balneários | 317,38 | 1221 | 3,84 |
| Refeitório | 59,898 | 90 | 1,50 |
| Armazéns | 2063,157 | 3792 | 1,83 |

Com esta simulação obtiveram-se os valores da Tabela 5.25 e da Tabela 5.26 Podemos verificar que com esta solução a classe energética do edifício subiria para B- permitindo poupar cerca de 300 GWh por ano, o que é algo bastante relevante.

Tabela 5.25 - Classe energética ao edifício com medida de melhoria 2

| | |
|--------------------------|-----------|
| RIEE | 0,76 |
| Classe Energética | B- |

Embora anualmente houvesse uma poupança na ordem dos 22 112€, o investimento inicial seria demasiado elevado como se pode observar na Tabela 33, e só se teria uma recuperação total ao fim de quase 7 anos

Tabela 5.26 - Análise económica à medida de melhoria 2

| | |
|-----------------|----------------|
| Energia poupada | 330 043,04 kWh |
|-----------------|----------------|

| | |
|---------------------|--------------|
| Custo anual poupado | 22 112,88 € |
| Investimento | 152 386,83 € |
| PRI (anos) | 6,9 |

Os planos de melhoria apresentados revelam que a solução que permite uma maior redução do consumo de energia elétrica é a segunda, a troca de todas as lâmpadas por LED, no entanto é necessário um investimento elevado cujo “*trade off*” depende da relação de compromisso do cliente. Devido ao elevado investimento, este tipo de medida revela-se mais conveniente no caso de edifícios novos. Em edifícios existentes como este caso, o investimento necessário pode revelar-se excessivo para o cliente, uma vez que apesar de só ter sido feito o estudo para o investimento em lâmpadas, há outros fatores que têm de ser levados em conta, como uma possível mudança das luminárias e a respetiva mão-de-obra.

Capítulo 6

Conclusões e Planos Futuros

Num hipermercado, manter uma oferta variada de produtos, oferecendo diariamente alimentos frescos e criando ambientes de compras sofisticados implica uma elevada necessidade de energia. O aumento dos preços da eletricidade e os efeitos das alterações climáticas obriga os retalhistas a enfrentar o desafio de melhorar continuamente a sua eficiência energética de forma a continuarem competitivos. Uma boa apresentação das lojas e dos seus produtos tem vindo a tornar-se um fator de competitividade, o que leva as lojas a remodelarem-se de modo a melhor acompanharem as tendências da concorrência. O modo como a iluminação é usada nas lojas tem um papel decisivo na exposição dos seus produtos e na criação de um bom ambiente neste setor. A ventilação também é muito usada para assegurar as renovações de ar de modo a manter uma boa qualidade do ar interior. Com o alargamento dos horários de abertura das lojas, com particular destaque para a abertura dos hipermercados aos domingos e feriados de tarde, estes valores médios irão continuar a subir. O aumento da temperatura média também implica um maior consumo de ar condicionado durante os meses mais quentes. Por fim, a constante procura por produtos frescos obriga a um elevado consumo relacionado com a refrigeração, sendo necessário manter os produtos devidamente refrigerados 365 dias por ano, 24 horas por dia.

Melhorar a eficiência de uma loja implica que haja uma convergência entre sustentabilidade e a redução de custos. Algumas das opções de eficiência energética passíveis de ser aplicadas em lojas de retalho oferecem pouco retorno para um investimento elevado, como é por exemplo o caso, da microprodução. Em termos estruturais, a reabilitação da envolvente das lojas, envolve riscos económicos devido ao tempo que levaria essa reabilitação, ou, no caso de lojas situadas em grandes centros urbanos, por vezes essa reabilitação nem é possível por questões legais. Barreiras internas também são identificadas nas lojas. Os aspetos técnicos nem sempre são entendidos por falta de informação sobre a potencial poupança energética e as implicações ambientais que daí advém. Nas pequenas lojas, a inexistência de

um responsável de manutenção fixo, ao contrário do que acontece com grande parte das grandes superfícies, impede também que os equipamentos tenham manutenção adequada.

6.1 - Processo de Certificação

Uma auditoria completa a um edifício de serviço é uma tarefa complicada devido à incerteza dos perfis de ocupação e de utilização dos diversos equipamentos, estando dependente da disponibilização da informação por parte dos funcionários que, devido ao funcionamento por turnos, pode não ser uma informação correta e/ou detalhada. Além disso, a inexistência de uma monitorização interna dos consumos desagregados dos principais espaços impossibilita a sua medição para melhor aferir os perfis de utilização, havendo um desconhecimento, por parte dos responsáveis da loja, do que é que, efetivamente, está a consumir energia, e quanto, havendo apenas um conhecimento do consumo global. As medições energéticas são também realizadas durante um curto espaço de tempo, sendo posteriormente extrapoladas para períodos mais longos, tendo também um erro associado. A falta de evidências no levantamento da envolvente, em que a composição das paredes ou coberturas, ou da espessura dos isolamentos que as compõe, não permite que sejam considerados na determinação do respetivo coeficiente de transmissão térmica, obrigando a adoção dos valores indicados na Despacho nº15793-K/2013, valores esses que em grande parte dos casos prejudicam o edifício. A solução, neste caso, passaria por uma maior confiança na avaliação do perito quanto à composição de uma envolvente do edifício, ou pela adoção de coeficientes de transmissão térmica mais reduzidos na Despacho nº15793-K/2013.

A legislação em vigor está de facto atualizada, mas como é muito recente apresenta certas lacunas às quais ainda este ano saíram retificações e novas portarias.

As Perguntas e Respostas da ADENE, que servem de apoio aos decretos, servem apenas para esclarecer algumas questões que tenham vindo a suscitar dúvidas nos regulamentos, não trazendo propriamente alguma alteração.

A falta de um critério bem definido na aplicação de alguns pontos do regulamento é também um problema na certificação energética. Na definição de uma tipologia de um dado espaço ou conjunto de espaços, peritos diferentes a analisar um mesmo processo podem atribuir tipologias que, apesar de semelhantes, exibem perfis e valores de referência diferentes, de acordo com o regulamento, como por exemplo, o caso dos restaurantes e pronto-a-comer.

6.2 Perspetiva de Trabalhos Futuros

Considera-se que os objetivos inicialmente propostos foram atingidos, nomeadamente na análise da eficiência energética de um edifício de serviço, através da determinação da sua classe de eficiência energética, e na determinação de algumas das principais barreiras à implementação de medidas de eficiência energética neste setor de atividade.

Devido ao tempo reduzido para o desenvolvimento deste trabalho considera-se que ainda mais pode ser desenvolvido tanto a nível da ferramenta criada como do processo da análise de melhorias.

A ferramenta foi criada para edifícios de serviço novos, de grande intervenção e existentes. No entanto ainda só foi testada para edifícios existentes, sendo que para outra tipologia de edifícios talvez seja necessária uma retificação na parte da envolvente do edifício, uma vez que foram usadas algumas simplificações.

Quanto ao nível do processo da análise de melhorias é sempre possível fazer uma análise para renováveis com mais detalhe, uma vez que foi uma estimativa muito por alto do que foi mencionado sobre os painéis térmicos. É também possível testar o uso de controlo de gestão de iluminação em área que não sejam regularmente utilizadas. E por fim uma possível substituição das máquinas de climatização por outras mais eficientes.

Referências

- [1] “BP world energy.” [Online]. Available: http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/statistical-review/statistical_review_of_world_energy_2013.pdf. [Accessed: 13-Feb-2014].
- [2] “Malthusianismo - o que é, resumo, objetivos, definição.” [Online]. Available: http://www.suapesquisa.com/o_que_e/malthusianismo.htm. [Accessed: 16-Feb-2014].
- [3] “População mundial ONU.” [Online]. Available: <http://www.onu.org.br/populacao-mundial-deve-atingir-96-bilhoes-em-2050-diz-novo-relatorio-da-onu/>. [Accessed: 26-Mar-2014].
- [4] “IPCC .” [Online]. Available: <http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br/content/ipcc-painel-intergovernamental-sobre-mudanca-do-clima-intergovernamental-panel-climate-change>. [Accessed: 26-Mar-2014].
- [5] “WWF - Alterações Climáticas .” [Online]. Available: http://www.wwf.pt/o_nosso_planeta/alteracoes_climaticas/. [Accessed: 24-Feb-2014].
- [6] “alterações climáticas portugal.” [Online]. Available: http://rr.sapo.pt/informacao_detalhe.aspx?fid=25&did=143998. [Accessed: 16-Mar-2014].
- [7] “A ONU e o meio ambiente | ONU Brasil.” [Online]. Available: <http://www.onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-e-o-meio-ambiente/>. [Accessed: 10-Jun-2014].
- [8] “primeira foto da terra.” [Online]. Available: <http://novomundonovo.wordpress.com/2012/01/28/fotografia-a-primeira-da-terra-em-alta-definicao/>. [Accessed: 10-Jun-2014].
- [9] “Declaração da conferência das nações unidas sobre o meio ambiente humano.” [Online]. Available: <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/estocolmo1972.pdf>. [Accessed: 10-Jun-2014].
- [10] “nosso futuro comum.” [Online]. Available: <http://www.marcouniversal.com.br/upload/RELATORIOBRUNDTLAND.pdf>. [Accessed: 10-Jun-2014].
- [11] “| Sustainable Development & Environmental Awareness.” [Online]. Available: http://www.enviropaedia.com/topic/default.php?topic_id=146 <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0698:FIN:PT:PDF>. [Accessed: 10-Jun-2014].

- [12] “Obama quer reduzir em 30% emissões de gases nos EUA até 2030 - Sustentabilidade - Estadão.” [Online]. Available: <http://sustentabilidade.estadao.com.br/noticias/geral,obama-quer-reduzir-em-30-emissoes-de-gases-nos-eua-ate-2030,1504203>. [Accessed: 16-Jun-2014].
- [13] “Energia em Portugal.” [Online]. Available: <http://www.energiaportugal.pt/pt/energia-em-portugal>. [Accessed: 23-Apr-2014].
- [14] “Legislação | Sistema de Certificação Energética dos Edifícios.” [Online]. Available: <http://www.adene.pt/sce/legislacao-0>. [Accessed: 23-Apr -2014].
- [15] “Air-conditioning and refrigeration certification programs, Eurovent Certification.” [Online]. Available: <http://www.eurovent-certification.com/>. [Accessed: 23-Apr -2014].
- [16] “Despacho nº15793-F/2013.” [Online]. Available: <http://dre.pt/pdf2sdip/2013/12/234000003/0002600031.pdf>. [Accessed: 23-Apr -2014].
- [17] “UE - Lâmpadas economizadoras - Perguntas frequentes.” [Online]. Available: http://ec.europa.eu/energy/lumen/faq/index_pt.htm. [Accessed: 27-May-2014].
- [18] “DesignBuilder - building simulation made easy.” [Online]. Available: <http://www.designbuilder.co.uk/>. [Accessed: 21-Jun-2014].
- [19] “Office of Energy Efficiency & Renewable Energy | Department of Energy.” [Online]. Available: <http://energy.gov/eere/office-energy-efficiency-renewable-energy>. [Accessed: 21-Jun-2014].
- [20] “LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia.” [Online]. Available: <http://www.lneg.pt/iedt/projectos/370/>. [Accessed: 21-Jun-2014].
- [21] “Folheto OSRAM.” [Online]. Available: <http://www.bifase.com/fichs/pags/imgs/osramfolhetoavaleapenamudarparamelhorthra de2012.pdf>. [Accessed: 21-Jun-2014].
- [22] J. Battisti, “Julio Battisti.” Julio Battisti Livros e Cursos Ltda.
- [23] “Retrofit T5.” [Online]. Available: https://shops.hmedia.com/WebRoot/Store/Shops/2172-100701/MediaGallery/Documentos/Brochura_Lampada_T5.pdf. [Accessed: 21-Jun-2014].
- [24] “MASTER TL-D Eco - Philips.” [Online]. Available: <http://www.ecat.lighting.philips.pt/l/lampadas-profissionais/lampadas-fluorescentes/tl-d/master-tl-d-eco/40512/cat/?t1=ProductList>. [Accessed: 21-Jun-2014].
- [25] “Casa das Lâmpadas - Material Eléctrico e Iluminação -.” [Online]. Available: <http://www.casadaslampadas.com/pt/documentos/go/philips2>. [Accessed: 21-Jun-2014].
- [26] “Espaço comparativo dos tipos de lâmpadas.” [Online]. Available: <http://www.espacoenergia.com.br/edicoes/18/EE018-07-11 Comparative study of bulbs incandescent bulbs fluorescent bulbs and LED bulbs.pdf>. [Accessed: 21-Jun-2014].

Anexos

Anexo A

A.1 Tabela com os municípios e respetiva unidade territorial pertencente.

Tabela A.1 - NUTS III

| | |
|---------------------|--|
| Alto Trás-os-Montes | Alfândega da Fé, Boticas, Bragança, Chaves, Macedo de Cavaleiros, Miranda do Douro, Mirandela, Mogadouro, Montalegre, Ribeira de Pena, Valpaços, Vila Flor, Vila Pouca de Aguiar, Vimioso, Vinhais |
| Cávado | Amares, Barcelos, Braga, Esposende, Terras de Bouro, Vila Verde |
| Ave | Cabeceiras de Basto, Fafe, Guimarães, Mondim de Basto, Póvoa de Lanhoso, Vieira do Minho, Vila Nova de Famalicão, Vizela |
| Grande Porto | Espinho, Gondomar, Maia, Matosinhos, Porto, Póvoa de Varzim, Santo Tirso, Trofa, Valongo, Vila do Conde, Vila Nova de Gaia |
| Tâmega | Amarante, Baião, Castelo de Paiva, Celorico de Basto, Cinfães, Felgueiras, Lousada, Marco de Canaveses, Paços de Ferreira, Paredes, Penafiel, Resende |
| Douro | Alijó, Armamar, Carrazeda de Ansiães, Freixo de Espada à Cinta, Lamego, Mesão Frio, Moimenta da Beira, Murça, Penedono, Peso da Régua, Sabrosa, Santa Marta de Penaguião, São João da Pesqueira, Sernancelhe, Tabuaço, Tarouca, Torre de Moncorvo, Vila Nova de Foz Coa, Vila Real |
| Entre Douro e Vouga | Arouca, Oliveira de Azeméis, Santa Maria da Feira, São João da Madeira, Vale de Cambra |

| | |
|-----------------------|---|
| Baixo Vouga | Águeda, Albergaria-a-Velha, Anadia, Aveiro, Estarreja, Ílhavo, Murtosa, Oliveira do Bairro, Ovar, Sever do Vouga, Vagos |
| Baixo Mondego | Cantanhede, Coimbra, Condeixa-a-Nova, Figueira da Foz, Mealhada, Mira, Montemor-o-Velho, Mortágua, Penacova, Soure |
| Beira Interior Norte | Almeida, Celorico da Beira, Figueira de Castelo Rodrigo, Guarda, Manteigas, Mêda, Pinhel, Sabugal, Trancoso |
| Beira Interior Sul | Castelo Branco, Idanha-a-Nova, Penamacor, Vila Velha de Ródão |
| Cova da Beira | Belmonte, Covilhã, Fundão |
| Serra da Estrela | Fornos de Algodres, Gouveia, Seia |
| Dão - Lafões | Aguiar da Beira, Carregal do Sal, Castro Daire, Mangualde, Nelas, Oliveira de Frades, Penalva do Castelo, Santa Comba Dão, São Pedro do Sul, Sátão, Tondela, Vila Nova de Paiva, Viseu, Vouzela |
| Pinhal Interior Norte | Alvaiázere, Ansião, Arganil, Castanheira de Pera, Figueiró dos Vinhos, Góis, Lousã, Miranda do Corvo, Oliveira do Hospital, Pampilhosa da Serra, Pedrógão Grande, Penela, Tábua, Vila Nova de Poiares |
| Pinhal Interior Sul | Oleiros, Proença-a-Nova, Sertã, Vila de Rei |
| Pinhal Litoral | Batalha, Leiria, Marinha Grande, Pombal, Porto de Mós |
| Oeste | Alcobaça, Alenquer, Arruda dos Vinhos, Bombarral, Cadaval, Caldas da Rainha, Lourinhã, Nazaré, Óbidos, Peniche, Sobral de Monte Agraço, Torres Vedras |
| Médio Tejo | Abrantes, Alcanena, Constância, Entroncamento, Ferreira do Zêzere, Mação, Ourém, Sardoal, Tomar, Torres Novas, Vila Nova da Barquinha |
| Lezíria do Tejo | Almeirim, Alpiarça, Azambuja, Benavente, Cartaxo, Chamusca, Coruche, Golegã, Rio Maior, Salvaterra de Magos, Santarém |
| Grande Lisboa | Amadora, Cascais, Lisboa, Loures, Mafra, Odivelas, Oeiras, Sintra, Vila Franca de Xira |
| Península de Setúbal | Alcochete, Almada, Barreiro, Moita, Montijo, Palmela, Seixal, Sesimbra, Setúbal |
| Alto Alentejo | Alter do Chão, Arronches, Avis, Campo Maior, Castelo de Vide, Crato, Elvas, Fronteira, Gavião, Marvão, Monforte, Mora, Nisa, Ponte de Sôr, Portalegre |
| Alentejo Central | Alandroal, Arraiolos, Borba, Estremoz, Évora, Montemor-o-Novo, Mourão, Portel, Redondo, Reguengos de Monsaraz, Sousel, Vendas Novas, Viana do Alentejo, Vila Viçosa |

| | |
|----------------------------|---|
| Alentejo Litoral | Alcácer do Sal, Grândola, Odemira, Santiago do Cacém, Sines |
| Baixo Alentejo | Aljustrel, Almodôvar, Alvito, Barrancos, Beja, Castro Verde, Cuba, Ferreira do Alentejo, Mértola, Moura, Ourique, Serpa, Vidigueira |
| Algarve | Albufeira, Alcoutim, Aljezur, Castro Marim, Faro, Lagoa, Lagos, Loulé, Monchique, Olhão, Portimão, S. Brás de Alportel, Silves, Tavira, Vila do Bispo, Vila Real de Santo António |
| Região Autónoma dos Açores | Vila do Porto, Lagoa, Nordeste, Ponta Delgada, Povoação, Ribeira Grande, Vila Franca do Campo, Angra do Heroísmo, Praia da Vitória, Santa Cruz da Graciosa, Calheta, Velas, Lajes do Pico, Madalena, São Roque do Pico, Horta, Lajes das Flores, Santa Cruz das Flores, Vila do Corvo |
| Região Autónoma da Madeira | Calheta, Câmara de Lobos, Funchal, Machico, Ponta do Sol, Porto Moniz, Ribeira Brava, Santa Cruz, Santana, São Vicente, Porto Santo |

A.2 - Tabelas do RECS para a climatização

Tabela A.2 - Classificação do desempenho de unidades split, multissplit, VRF e compactas com permuta ar-ar

| Classe | Unidades com permuta exterior a ar | | | |
|--------|------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|
| | Arrefecimento | | Aquecimento | |
| | Unidades split, multissplit e VRF | Unidades compactas | Unidades split, multissplit e VRF | Unidades compactas |
| A | EER > 3,20 | EER > 3,00 | COP > 3,60 | COP > 3,40 |
| B | 3,20 ≥ EER > 3,00 | 3,00 ≥ EER > 2,80 | 3,60 ≥ COP > 3,40 | 3,40 ≥ COP > 3,20 |
| C | 3,00 ≥ EER > 2,80 | 2,80 ≥ EER > 2,60 | 3,40 ≥ COP > 3,20 | 3,20 ≥ COP > 3,00 |
| D | 2,80 ≥ EER > 2,60 | 2,60 ≥ EER > 2,40 | 3,20 ≥ COP > 2,80 | 3,00 ≥ COP > 2,60 |
| E | 2,60 ≥ EER > 2,40 | 2,40 ≥ EER > 2,20 | 2,80 ≥ COP > 2,60 | 2,60 ≥ COP > 2,40 |
| F | 2,40 ≥ EER > 2,20 | 2,20 ≥ EER > 2,00 | 2,60 ≥ COP > 2,40 | 2,40 ≥ COP > 2,20 |
| G | EER ≤ 2,20 | EER ≤ 2,00 | COP ≤ 2,40 | COP ≤ 2,20 |

Tabela A.3 - Classificação do desempenho de unidades split, multissplit e compactas, com permuta ar-água

| Classe | Unidades com permuta exterior a água | | | |
|--------|--------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| | Arrefecimento | | Aquecimento | |
| | Unidades split e multissplit | Unidades compactas | Unidades split e multissplit | Unidades compactas |
| A | EER > 3,60 | EER > 4,40 | COP > 4,00 | COP > 4,70 |
| B | 3,60 ≥ EER > 3,30 | 4,40 ≥ EER > 4,10 | 4,00 ≥ COP > 3,70 | 4,70 ≥ COP > 4,40 |
| C | 3,30 ≥ EER > 3,10 | 4,10 ≥ EER > 3,80 | 3,70 ≥ COP > 3,40 | 4,40 ≥ COP > 4,10 |
| D | 3,10 ≥ EER > 2,80 | 3,80 ≥ EER > 3,50 | 3,40 ≥ COP > 3,10 | 4,10 ≥ COP > 3,80 |
| E | 2,80 ≥ EER > 2,50 | 3,50 ≥ EER > 3,20 | 3,10 ≥ COP > 2,80 | 3,80 ≥ COP > 3,50 |
| F | 2,50 ≥ EER > 2,20 | 3,20 ≥ EER > 2,90 | 2,80 ≥ COP > 2,50 | 3,50 ≥ COP > 3,20 |
| G | EER ≤ 2,20 | EER ≤ 2,90 | COP ≤ 2,50 | COP ≤ 3,20 |

Tabela A.4 - Classificação do desempenho de unidade do tipo Rooftop

| Classe | Unidades com permuta exterior a ar | | Unidades com permuta exterior a água | |
|--------|------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|-------------------|
| | Arrefecimento | Aquecimento | Arrefecimento | Aquecimento |
| A | EER > 3,00 | COP > 3,40 | EER > 4,40 | COP > 4,70 |
| B | 3,00 ≥ EER > 2,80 | 3,40 ≥ COP > 3,20 | 4,40 ≥ EER > 4,10 | 4,70 ≥ COP > 4,40 |
| C | 2,80 ≥ EER > 2,60 | 3,20 ≥ COP > 3,00 | 4,10 ≥ EER > 3,80 | 4,40 ≥ COP > 4,10 |
| D | 2,60 ≥ EER > 2,40 | 3,00 ≥ COP > 2,60 | 3,80 ≥ EER > 3,50 | 4,10 ≥ COP > 3,80 |
| E | 2,40 ≥ EER > 2,20 | 2,60 ≥ COP > 2,40 | 3,50 ≥ EER > 3,20 | 3,80 ≥ COP > 3,50 |
| F | 2,20 ≥ EER > 2,00 | 2,40 ≥ COP > 2,20 | 3,20 ≥ EER > 2,90 | 3,50 ≥ COP > 3,20 |
| G | EER ≤ 2,00 | COP ≤ 2,20 | EER ≤ 2,90 | EER ≤ 3,20 |

Tabela A.5 - Classificação do desempenho de unidades do tipo chiller bomba de calor de compressão

| Classe | Unidades com permuta exterior a ar | | Unidades com permuta exterior a água | |
|--------|------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|-------------------|
| | Arrefecimento | Aquecimento | Arrefecimento | Aquecimento |
| A | EER ≥ 3,1 | COP ≥ 3,2 | EER ≥ 5,05 | COP ≥ 4,45 |
| B | 3,1 > EER ≥ 2,9 | 3,2 > COP ≥ 3,0 | 5,05 > EER ≥ 4,65 | 4,45 > COP ≥ 4,15 |
| C | 2,9 > EER ≥ 2,7 | 3,0 > COP ≥ 2,8 | 4,65 > EER ≥ 4,25 | 4,15 > COP ≥ 3,85 |
| D | 2,7 > EER ≥ 2,5 | 2,8 > COP ≥ 2,6 | 4,25 > EER ≥ 3,85 | 3,85 > COP ≥ 3,55 |
| E | 2,5 > EER ≥ 2,3 | 2,6 > COP ≥ 2,4 | 3,85 > EER ≥ 3,45 | 3,55 > COP ≥ 3,25 |
| F | 2,3 > EER ≥ 2,1 | 2,4 > COP ≥ 2,2 | 3,45 > EER ≥ 3,05 | 3,25 > COP ≥ 2,95 |
| G | EER < 2,1 | COP < 2,2 | EER < 3,05 | COP < 2,95 |

A.3 - Tabelas do RECS para águas quentes e sanitárias

Tabela A.6 - Valores de eficiência de termoacumuladores em função de Q_{pr}

| Intervalos de Q_{pr} [kWh/24h] | Eficiência |
|-------------------------------------|------------|
| $Q_{pr} < 1$ | 0,97 |
| $1 \leq Q_{pr} < 1,5$ | 0,95 |
| $Q_{pr} \geq 1,5$ | 0,93 |

Iluminação RECS

Tabela A.7 - Valores máximos de densidade de potência de iluminação (DPI)

| Tipo de espaço segundo a função | DPI [(w/m ²)/100lux] | | Fator de controlo | |
|---|-------------------------------------|-------------|-------------------|-----------------------------------|
| | Entrada em vigor | 31 dez 2015 | Ocupação FO | Disponibilidade de luz natural FD |
| Escritórios com mais de 6 pessoas, salas de desenho. | 2,5 | 2,1 | 0,9 | 0,9 |
| Escritório individual 1-6 pessoas | 2,8 | 2,4 | 0,9 | 0,9 |
| Show room e salas de exposição, museus | 2,8 | 2,4 | 1,0 | 1,0 |
| Salas de aula, salas de leitura, bibliotecas, salas de trabalho de apoio, salas de reuniões/conferências/auditórios | 2,8 | 2,4 | 0,9 | 0,8 |
| Laboratórios, salas de exames/tratamento (1), blocos operatórios (1) | 2,8 | 2,4 | 1,0 | 1,0 |
| Salas de pré e pós-operatório, | 4,0 | 3,4 | 0,8 | 0,8 |
| Cozinhas, armazéns, arquivos, polidesportivos/ginásios e similares (2), salas técnicas (centros de dados, fotocópias e similares), parques de estacionamento interiores | 4,0 | 3,4 | 0,9 | 1,0 |
| Plataformas de transportes e similares | 4,0 | 3,4 | 1,0 | 1,0 |
| Lojas de comércio e serviços, retalhistas em geral - zona de público, espaços fabris em geral | 4,0 | 3,4 | 1,0 | 1,0 |

A.4 - Tabelas do RECS para a envolvente

Tabela A.8 - Coeficientes de transmissão térmica superficiais de referência de elementos opacos e de vãos envidraçados para edifícios de comércio e serviços Uref [W/(m².°C)]

| | Zona Climática | | |
|---|----------------------|------|------|
| | Portugal Continental | | |
| Zona corrente da envolvente | I1 | I2 | I3 |
| Elementos opacos verticais exteriores ou interiores | 0,70 | 0,60 | 0,50 |
| Elementos opacos horizontais exteriores ou interiores | 0,50 | 0,45 | 0,40 |
| Vãos envidraçados exteriores (portas e janelas) | 4,30 | 3,30 | 3,30 |
| Regiões Autónomas | | | |
| Zona corrente da envolvente | I1 | I2 | I3 |
| Elementos opacos verticais exteriores ou interiores | 1,40 | 0,90 | 0,50 |
| Elementos opacos horizontais exteriores ou interiores | 0,80 | 0,60 | 0,40 |
| Vãos envidraçados exteriores (portas e janelas) | 4,30 | 3,30 | 3,30 |

Tabela A.9 - Fator solar dos vãos envidraçados de referência para edifícios de comércio e serviços

| | Zona Climática | | |
|---|----------------|------|------|
| | V1 | V2 | V3 |
| Fator solar do vão (sem dispositivos de sombreamento) | 0,25 | 0,20 | 0,15 |

A.2 - Tabelas do RECS para a ventilação

Tabela A.10 - Caudal mínimo de ar novo determinado em função da carga poluente devida à ocupação, [m³/(hora.pessoa)]

| Tipo de atividade | Taxa de metabolismo dos ocupantes - M (met) | Exemplos de tipo de espaço | Caudal de ar novo [m ³ /(hora.pessoa)] |
|-------------------|---|--|---|
| Sono | 0,8 | Quartos, Dormitórios e similares | 16 |
| Descanso | 1 | Salas de repouso, Salas de espera, Salas de conferências, Auditórios e similares, Bibliotecas. | 20 |

| | | | |
|-------------------|------------------|---|----|
| Sedentária | 1,2 | Escritórios, Gabinetes, Secretarias, Salas de aula, Cinemas, Salas de espetáculo, Salas de Refeições, Lojas e similares, Museus e galerias, Salas de convívio, Salas de atividade de estabelecimentos de geriatria e similares. | 24 |
| | | Salas de jardim de infância e pré-escolar e Salas de creche. | 28 |
| Moderada | 1,75 (1,4 a 2,0) | Laboratórios, Ateliers, Salas de Desenho e Trabalhos Oficiais, Cafés, Bares, Salas | 35 |
| Ligeiramente Alta | 2,5 (2,0 a 3,0) | Pistas de dança, Salas em ginásios, Salas de ballet e similares | 49 |
| Alta | 5,0 (3,0 a 9,0) | Salas de musculação, Salas em ginásios e pavilhões desportivos e similares | 98 |

Tabela A.11 - Caudal mínimo de ar novo determinado em função da carga poluente devida ao edifício [$\text{m}^3/(\text{hora} \cdot \text{m}^2)$]

| Situação do edifício | Caudal de ar novo [$\text{m}^3/(\text{hora} \cdot \text{m}^2)$] |
|--|---|
| Sem atividades que envolvam a emissão de poluentes específicos | 3 |
| Com atividades que envolvam a emissão de poluentes específicos | 5 |

Anexo B

Relatório do Solterm:

SolTerm 5.1

Licenciado a
()

Estimativa de desempenho de sistema solar térmico

Campo de colectores

Modelo de colector: plano
5 módulos (9,8 m²)
Inclinação 27° - Azimute Sul

Coefficientes de perdas térmicas: a1= 4,120 W/m²/K a2= 0,014
W/m²/K²

Rendimento óptico: 73,0%

Modificador de ângulo transversal: a 0° 5° 10° 15° 20°
25° 30° 35° 40° 45° 50° 55° 60° 65° 70° 75° 80° 85°
90°
1,00 1,00 1,00 0,99 0,98
0,98 0,97 0,96 0,94 0,93 0,91 0,89 0,86 0,81 0,76 0,66 0,50 0,05
0,00

Modificador de ângulo longitudinal: a 0° 5° 10° 15° 20°
25° 30° 35° 40° 45° 50° 55° 60° 65° 70° 75° 80° 85°
90°
1,00 1,00 1,00 0,99 0,98
0,98 0,97 0,96 0,94 0,93 0,91 0,89 0,86 0,81 0,76 0,66 0,50 0,05
0,00;

Permutador

 Localização, posição e envolvente do sistema

Concelho de Cascais

Obstruções do horizonte: por defeito

Orientação do painel: inclinação 27° - azimute 0°

 Balanço energético mensal e anual

| Carga | Rad.Horiz. Apoio | Rad.Inclin. | Desperdiçado | Fornecido |
|-------|---------------------|--------------------|--------------|-----------|
| kWh | kWh/m ² | kWh/m ² | kWh | kWh |
| 225 | Janeiro | 59 | 90 | , 151 |
| 195 | Fevereiro | 77 | 106 | , 155 |
| 215 | Março | 113 | 136 | , 169 |
| 205 | Abril | 152 | 165 | 25, 189 |
| 225 | Maio | 192 | 192 | 30, 212 |
| 205 | Junho | 204 | 198 | 46, 200 |
| 215 | Julho | 225 | 221 | 63, 212 |
| 225 | Agosto | 206 | 217 | 50, 225 |
| 195 | Setembro | 144 | 167 | 30, 179 |
| 225 | Outubro | 104 | 138 | 9, 208 |
| 215 | Novembro | 69 | 103 | , 159 |
| 205 | Dezembro | 56 | 89 | , 134 |
| 2549 | Anual | 1600 | 1822 | 252, 2195 |
| | 354 | | | |

Fracção solar: 86,1%

Rendimento global anual do sistema: 12%

Produtividade:

225 kWh/[m² colector]

N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)

() |

30/06/2014 00:08:07 |