



**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**

**Área Departamental de Engenharia Civil**



**Convergência para NZEB de um Edifício de  
Serviços em Faro**

Alexandre Afonso Matias da Costa

(Licenciado em Engenharia Civil)

Dissertação para a obtenção do grau de mestre em  
**Engenharia Civil**

Orientador:

Especialista João António Antunes Hormigo

Júri:

Presidente: Doutor Pedro Miguel Soares da Silva

Vogais:

Especialista João António Antunes Hormigo

Especialista João Carlos dos Santos Barata

**Fevereiro de 2016**

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

## **Resumo**

A presente dissertação, destinada à obtenção de grau de Mestre, insere-se na temática do conceito NZEB (*Nearly Zero Energy Buildings*), ou seja, edifícios que considerando um ciclo anual, produzem a quase totalidade da energia elétrica que consomem, à custa de geração de energia por fontes renováveis instaladas no edifício ou na sua vizinhança.

Consiste no estudo de um edifício de serviços, sediado em Faro, com o propósito de estudar a convergência desse mesmo edifício para o conceito de NZEB. Com o intuito de redução dos consumos energéticos, avaliou-se e caracterizou-se o edifício, numa primeira fase, seguindo-se propostas de melhoria e simulação da aplicação dessas medidas com o objetivo de avaliar eventuais melhorias do comportamento energético.

De modo a recolher toda a informação necessária para a modulação em modelo tridimensional, recorrendo ao software REVIT, uma ferramenta BIM, foi necessário caracterizar o edifício, sendo posteriormente efetuada uma primeira análise energética do seu estado atual.

Numa segunda fase, depois de avaliar o resultado da primeira análise energética, foram pensadas melhorias aplicáveis destinadas ao incremento da eficiência energética do edifício em causa, recorrendo, mais uma vez, ao software REVIT, procedendo-se assim à simulação energética das medidas individualmente, que posteriormente foram simuladas em conjunto e combinadas entre si, de modo a comparar os resultados dos consumos energéticos com a situação real e atual do edifício.

Com base nos resultados obtidos, verificou-se o consumo energético bem como a poupança anual resultante da implementação de cada medida. Foi avaliada a viabilidade prática de execução de cada uma das medidas de melhoria do comportamento energético do edifício, com base no modelo de análise custo-benefício.

Adicionalmente, foi avaliado o impacto da aplicação em simultâneo de todas as medidas de melhoria no comportamento energético do edifício.

Apresentam-se as conclusões sobre a convergência para NZEB do caso estudado.

### **Palavras-chave:**

**NZEB; Eficiência energética; REVIT; Painéis Solares; LED.**

# Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

## **Abstract**

The purpose of the present dissertation is to get a Master's degree in civil engineering. Its scope is inserted in the NZEB (Nearly Zero Energy Buildings) theme, that is buildings that considering an annual cycle, produce almost all of the electricity they consume, mainly from renewable sources installed in the building or in the surroundings.

Na analysis of a service building, located in the city Faro, has been performed in order to evaluate the possibility of its convergence to a NZAB. The building was characterized, regarding the energy consumption and several energy reduction measures have been analyzed, through a simulation on based on a software application. The final aim is to evaluate the impact on the energy performance.

In order to collect all the necessary information for the three-dimensional modulation the REVIT software was applied ( REVIT is a BIM tool). Therefore, the building was characterized and as initial energy analysis of the current state was performed.

After assessing the results of a preliminar energy analysis, relevant improvements were considered in order to reduce the energy consumption of the building. The REVIT software was applied once more simulating the energy efficiency measures individually. Afterwards the measures were simulated and combined together in order to compare the results of energy consumptions with the actual current situation of the building.

Based on the results that were obtained, it was possible to evaluate the energy consumption as well as the annual savings resulting from the implementation of each measure.

The practical feasibility of implementing each of the energy performance improvement, based on a cost-benefit analysis was also considered.

In addition, the impact of the implementation of all the measures was considered.

The conclusions about the possible convergence of the building to a NZEB are presented.

**Key words:**

**NZEB; Energy efficiency; REVIT; Solar panels; LED.**



## **Agradecimentos**

Ao professor especialista João António Antunes Hormigo, orientador da presente dissertação, pela disponibilidade, incentivo e partilha de conhecimento demonstrado ao longo de todo o trabalho, tendo sido determinantes para a realização desta dissertação.

Uma nota de apreço a todos os meus colegas do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa que me acompanharam ao longo do período académico.

À minha irmã e amigos pelo apoio e ao longo da duração desta dissertação.

A minha gratidão à minha namorada, pela profunda amizade, carinho e preocupação ao longo dos últimos anos, pelo apoio constante e motivação que foram decisivos nos momentos mais adversos.

Aos meus pais, por tudo.



# Índice

<b>1- Introdução</b> .....	1
<b>1.1-Objetivo</b> .....	1
<b>1.2- Justificação e Enquadramento</b> .....	1
<b>1.3 -Estrutura da dissertação</b> .....	3
<b>2 – Conceitos de Edifícios Energéticamente Eficientes</b> .....	5
<b>2.1 -Definição</b> .....	5
<b>2.2 – Enquadramento Europeu e Nacional – Legislação</b> .....	13
<b>2.2.1- Europeia:</b> .....	13
<b>2.2.2- Legislação Portuguesa:</b> .....	16
<b>3- Caso de Estudo- Edifício de Serviços</b> .....	21
<b>3.1- Caracterização do Edifício</b> .....	21
<b>3.2- Análise Climática da Região onde se Encontra o Edifício</b> .....	44
<b>3.3- Análise Energética do Edifício</b> .....	47
<b>4- Comportamento energético do edifício</b> .....	55
<b>4.1- Building Information Modeling - BIM</b> .....	55
<b>4.2- Simulação Energética do Edifício no estado Atual</b> .....	57
<b>5- Proposta de melhoria do comportamento energético</b> .....	67
<b>5.1- Medidas propostas</b> .....	67
<b>5.1.1- Medida 1-Substituição dos vãos envidraçados</b> .....	67
<b>5.1.2-Medida 2 – Melhoria dos elementos construtivos das fachadas</b> .....	68
<b>5.1.3-Medida 3 – Instalação de Unidade de Minigeração Solar Fotovoltaica</b> .....	69
<b>5.1.4- Medida 4 – Sistema de Iluminação LED</b> .....	71
<b>5.2-Simulação Energética</b> .....	72
<b>5.2.1-Simulação Energética da Medida 1 – Sistema de novos vãos envidraçados</b> .....	72
<b>5.2.2-Simulação Energética da Medida 2 – Melhoria dos elementos construtivos das fachadas</b> .....	75
<b>5.2.3-Simulação Energética da Medida 3 – Unidade de Minigeração Fotovoltaica</b> ....	79
<b>5.2.4-Simulação Energética da Medida 4 – Sistema de Iluminação LED</b> .....	82
<b>5.2.5-Combinação 1- Sistema ETIC+ Vãos Envidraçados</b> .....	85
<b>5.2.6-Combinação 2- Sistema ETIC+ Vãos Envidraçados + Iluminação LED</b> .....	88
<b>5.2.7-Simulação Energética do conjunto de todas as medidas</b> .....	90
<b>5.3-Viabilidade económica</b> .....	94
<b>5.3.1-Viabilidade Económica da Medida 1 – Sistema de novos vãos envidraçados</b> .....	94

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

<b>5.3.2-Viabilidade Económica da Medida 2 – Melhoria dos elementos construtivos das fachadas.....</b>	<b>94</b>
<b>5.3.3-Viabilidade Económica da Medida 3 – Unidade de Minigeração Fotovoltaica..</b>	<b>95</b>
<b>5.3.4-Viabilidade Económica da Medida 4 – Sistema de Iluminação LED.....</b>	<b>97</b>
<b>5.3.5 – Viabilidade Económica da Combinação 1- Medida dos Envidraçados com Melhoria dos Paramentos das Fachadas .....</b>	<b>98</b>
<b>5.3.6 – Viabilidade Económica da Combinação 2- Medida dos Envidraçados, Fachadas e Sistema LED .....</b>	<b>99</b>
<b>5.3.7 – Viabilidade Económica da Aplicação de Todas as Medidas.....</b>	<b>99</b>
<b>6-Conclusões .....</b>	<b>101</b>
<b>7-Bibliografia .....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXO A – Certificado Energético.....</b>	<b>111</b>
<b>Anexo B –“OUTPUTS” do Simulador REVIT.....</b>	<b>119</b>
<b>Anexo C – Características técnicas dos Elementos Utilizados .....</b>	<b>131</b>

## Índice de Figuras

Figura 1 - Conceito nZEB. [9]. .....	11
Figura 2 - Localização do edifício em Faro (Fonte: Google Maps). .....	21
Figura 3 - Localização das Chillers/Bomba (Fonte: Autor). .....	25
Figura 4 - UTAN no Terraço (Fonte: Autor). .....	25
Figura 5 - Esquema da central térmica retirada do sistema de gestão técnica. [19]. .....	26
Figura 6 - Difusores de insuflação e grelhas de extração no teto falso (Fonte: Autor). .....	26
Figura 7 - Exemplo de splits no piso 1 (Fonte: Autor). .....	27
Figura 8 - Ventilador de extração dos WC's (Fonte: Autor). .....	40
Figura 9 - Ventilador de extração da garagem (Fonte autor). .....	41
Figura 10 - Exaustão da garagem para o exterior (Fonte: autor). .....	41
Figura 11 – Portugal (Fonte: IPMA) .....	45
Figura 12 - Pontos de Medição no Piso 0 [20]. .....	49
Figura 13 - Pontos de Medição no Piso 1 [20]. .....	49
Figura 14 - Pontos de Medição no Piso 2 [20]. .....	49
Figura 15 - Pontos de Medição no Piso 3 [20]. .....	50
Figura 16 – Pormenor do vidro aplicado [Anexo C]. .....	67
Figura 17 - Solução da Parede [Anexo C]. .....	68
Figura 18 - Primeira perspetiva da colocação da unidade de minigeração .....	70
Figura 19 - Segunda perspetiva da colocação da unidade de minigeração .....	70



## Índice de Tabelas

Tabela - 1 Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de nZEB, adaptado de [4].	8
Tabela 2 - Características dos Chillers/Bombas de Calor [19].	27
Tabela 3 - Características da UTAN [19].	28
Tabela 4 - Características bombas circuito primário do Chiller 1 e 2 [19].	28
Tabela 5 - Características bombas de circulação de água fria e quente [19].	29
Tabela 6 - Características das unidades individuais de climatização (Splits) [19].	29
Tabela 7 - Levantamento da Iluminação [19].	33
Tabela 8 - Número de equipamentos informáticos e audiovisuais.	37
Tabela 9 - Características dos elevadores [19].	38
Tabela 10 - Restantes equipamentos	40
Tabela 11 - Características dos ventiladores de extração [19].	41
Tabela 12 - Características dos termoacumuladores [19].	42
Tabela 13 - Tabela resumo [19].	44
Tabela 14 - Temperatura do ar, normais climatológicas (Fonte: IPMA).	46
Tabela 15 - Equipamento utilizado [20].	48
Tabela 16 - Resultados da Temperatura, Humidade Relativa e Pressão [20].	50
Tabela 17 - Resultados obtidos para as partículas de PM10, CO <sub>2</sub> , CO, O <sub>3</sub> , CHO <sub>2</sub> e COV's [20].	51
Tabela 18 - Data de colheita e data inicial e final do ensaio [20].	52
Tabela 19 - Resultados obtidos referentes a Bactérias e Fungos [20].	52
Tabela 20 - Valores máximos das concentrações medidas e valores de referência [20].	53
Tabela 21 - Resultados obtidos de Legionella [20].	53
Tabela 22 - Características dos elementos construtivos [23].	58
Tabela 23 - Características dos envidraçados [23].	58
Tabela 24 - Variação do consumo de energia do modelo calibrado (Fonte: programa de simulação aplicado).	59
Tabela 25 - Consumos mensais de energia do modelo calibrado (Fonte: programa de simulação aplicado).	60
Tabela 26 - Repartição dos consumos de energia do modelo calibrado nos principais sectores.	62
Tabela 27 - Custos de energia mensais do modelo calibrado e situação real.	63
Tabela 28 - Consumo nominal do modelo calibrado.	64
Tabela 29 - Classe energética do modelo calibrado.	65
Tabela 30 - Características dos envidraçados da medida 1 anexo C.	68
Tabela 31 - Características das paredes exteriores do modelo calibrado.	69
Tabela 32 - Características da parede da medida 2.	69
Tabela 33 - Características da unidade minigeração [25].	70
Tabela 34 - Sistema de iluminação - Situação real.	71
Tabela 35 - Sistema de iluminação - LED.	72
Tabela 36 - Consumos mensais de energia do modelo calibrado e da medida 1.	73
Tabela 37 - Consumo nominal do edifício com a medida 1.	75
Tabela 38 - Classe energética do edifício com a medida 1.	75
Tabela 39 - Consumos mensais de energia do modelo calibrado e de medida 2.	76
Tabela 40 - Consumo nominal do edifício com a medida 2.	78
Tabela 41 - Classe energética do edifício com a medida 2.	79
Tabela 42 - Variação de consumo energético do modelo calibrado vs medida 3.	79
Tabela 43 - Consumos mensais de energia do modelo calibrado e da medida 3.	80

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Tabela 44 - Consumo nominal do edifício com a medida 3.....	81
Tabela 45 - Classe energética do edifício com a medida 3. ....	81
Tabela 46 - Consumos mensais de energia do modelo calibrado e da medida 4. ....	82
Tabela 47 - Variação de consumo energético do modelo calibrado vs medida4. ....	83
Tabela 48 - Consumo nominal do edifício com a medida 4.....	84
Tabela 49 - Classe energética do edifício com a medida 4. ....	84
Tabela 50 - Consumos mensais de energia do modelo calibrado e da combinação 1.....	85
Tabela 51 - Consumo nominal do edifício com combinação 1.....	87
Tabela 52 - Classe energética do edifício com a combinação 1.....	87
Tabela 53 - Consumos mensais de energia do modelo calibrado e da combinação 2.....	88
Tabela 54 - Consumo nominal do edifício com a combinação 2. ....	89
Tabela 55 - Classe energética do edifício com a combinação 2.....	90
Tabela 56 - Consumo de energia do modelo calibrado e de todas as medidas .....	90
Tabela 57 - Consumo nominal do edifício com todas as medidas implementadas. ....	92
Tabela 58 - Classe energética do edifício com todas as medidas implementadas.....	92
Tabela 59 - Resumo dos consumos energéticos e variação da classe energética. ....	93
Tabela 60 - Características e custo de implementação da medida 1 [anexo C].....	94
Tabela 61 - Período de retorno da medida 1. ....	94
Tabela 62 - Investimento da medida 2. ....	95
Tabela 63 - Período de retorno da medida 2. ....	95
Tabela 64 - Período de retorno da medida 3 .....	96
Tabela 65 - Produção de energia da unidade de minigeração - medida 3 [25].....	96
Tabela 66 - Tarifa de energia a aplicar a partir do 16º ano [25].....	97
Tabela 67 - Investimento de implementação da medida 4. ....	97
Tabela 68 - Período de retorno da medida 4. ....	98
Tabela 69 - Período de retorno da combinação 1.....	98
Tabela 70 - Período de retorno da combinação 2.....	99
Tabela 71 - Investimento total.....	99
Tabela 72 - Período de retorno da aplicação de todas as medidas. ....	99
Tabela 73 - Resumo das medidas implementadas.....	104

## Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Potência absorvida na climatização [19]. .....	31
Gráfico 2 - Potência instalada e repartição por zona [19]. .....	34
Gráfico 3 - Potência instalada e repartição por tipo de iluminação [19]. .....	34
Gráfico 4 - Saída do QGBT [19]. .....	35
Gráfico 5 - Gráfico QGBT – Climatização [19]. .....	36
Gráfico 6 - Evolução da potência absorvida - UPS [19]. .....	38
Gráfico 7 - Evolução da potência pelos elevadores [19]. .....	39
Gráfico 8 - Gráfico da temperatura do ar (Fonte: IPMA). .....	46
Gráfico 9 - Consumo real mensal do edifício em kWh. ....	47
Gráfico 10 - Custo real mensal do edifício em euros. ....	47
Gráfico 11 - Consumo de energia do modelo calibrado) Fonte: programa de simulação aplicado). .....	60
Gráfico 12 - Gráfico mensal comparativo (Fonte: programa de simulação aplicado). .....	61
Gráfico 13 - Consumos de energia mensais do modelo calibrado vs real faturado. ....	61
Gráfico 14 - Repartição da energia pelos principais sectores. ....	62
Gráfico 15 - Repartição da energia pelos principais sectores (Fonte: programa de simulação aplicado). .....	63
Gráfico 16 - Consumos de energia mensais do modelo calibrado e real faturado. ....	64
Gráfico 17 - Consumo de energia - Modelo calibrado vs medida 1. ....	73
Gráfico 18 - Repartição do consumo de energia da medida 1 nos principais sectores. ....	74
Gráfico 19 - Repartição da energia pelos principais sectores com a medida 1 (Fonte: programa de simulação aplicado). .....	74
Gráfico 20 - Consumo de energia - Modelo calibrado vs medida 2. ....	77
Gráfico 21 - Repartição do consumo de energia da medida 2 nos principais sectores. ....	77
Gráfico 22 - Repartição da energia pelos principais sectores com a medida 2 (Fonte: programa de simulação aplicado). .....	78
Gráfico 23 - Consumo de energia - Modelo calibrado vs medida 3. ....	80
Gráfico 24 - Consumo de energia - Modelo calibrado vs medida 4. ....	83
Gráfico 25 - Repartição do consumo de energia da medida 4 nos principais sectores. ....	83
Gráfico 26 - Consumo de energia - modelo calibrado vs combinação 1. ....	86
Gráfico 27 - Repartição do consumo de energia da combinação 1 nos principais sectores. ....	86
Gráfico 28 - Consumo de energia - Modelo calibrado vs combinação 2. ....	88
Gráfico 29 - Repartição do consumo de energia da combinação 2 nos principais sectores. ....	89
Gráfico 30 - Consumo de energia - Modelo calibrado vs todas as medidas. ....	91
Gráfico 31 - Repartição do consumo de energia de todas as medidas nos principais sectores. ..	91



## ACRÓNIMOS

ADENE – Agência para a Energia

AQS – Águas Quentes Sanitárias

AVAC – Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado

BIM – *Building Information Modeling*

EDP – Energias de Portugal

EU – União Europeia

ETICS – *External Thermal Insulation Composite Systems*

FER – Fontes de Energia Renováveis

GEE – Gases com Efeito de Estufa

IEA – Agência Internacional de Energia

IPMA – Instituto Português do Mar e Atmosfera

LED – *Light Emission Diode*

NZEB – *Nearly Zero Energy Building*

nZEB – *net Zero Energy Building*

OMM – Organização Meteorológica Mundial

PEB – *Plus Energy Building*

QAI – Qualidade do Ar Interior

QGBT – Quadro Geral de Baixa Tensão

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios

SGT – Sistema de Gestão Técnica

UPS – Fonte ininterrupta de energia

UTA – Unidade de Tratamento de Ar

UTAN – Unidade de Tratamento de Ar Novo



# **1- Introdução**

## **1.1-Objetivo**

O presente trabalho final de mestrado tem por objetivo o estudo de um edifício de serviços, localizado em Faro, em termos de conforto interior, com foco na redução de consumos energéticos do edifício, enquadrando e aplicando a temática de NZEB.

Realizou-se a determinação do consumo energético global da edificação, mediante análise dos sistemas técnicos instalados por sector, medidas de melhoria e correção e implementação, para redução desse mesmo consumo energético, avaliando o impacto dessas medidas no comportamento do edifício, bem como a viabilidade técnica e económica das medidas propostas.

Tendo por base a metodologia enunciada, interessa estudar o enquadramento legislativo e normativo, atual, matéria que se reveste da maior importância, tendo em vista um futuro mais sustentável.

Com a intenção primordial de conseguir a convergência do edifício para NZEB, é necessário realizar a simulação do edifício com recurso a software apropriado para que se possa efetuar a correta caracterização e obtenção de conclusões.

## **1.2- Justificação e Enquadramento**

O paradigma do setor da construção, a nível Nacional e Europeu, tem vindo a mudar nos últimos anos, em consequência de diversos fatores: estagnação económica da Europa, envelhecimento da população, modificação gradual da cultura económica com base em recursos energéticos de origem fóssil, aumento do consumo energético, entre muitos outros. Esta alteração leva à necessidade de desenvolvimento, expansão e adaptação do setor da construção a vertentes que antes não eram equacionadas, como a conservação e reabilitação com preocupações de sustentabilidade do ponto de vista energético [1].

A Comissão Europeia, em consequência do compromisso assinado em Quioto, na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as alterações climáticas, tem vindo a implementar metas ambiciosas no espaço Europeu para que o consumo de energia de

## **Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro**

origem renovável seja cada vez maior, diminuindo o impacto ambiental provocado pela atividade da indústria da construção e outras indústrias e pelo património já edificado, como ficou definido na Diretiva 2010/31/EU, melhorando simultaneamente as condições que permitam a competitividade da indústria da construção. A redução do consumo de energia e o aumento do aproveitamento de energia proveniente de fontes renováveis têm igualmente um importante papel a desempenhar na promoção da segurança do aprovisionamento energético, na promoção dos avanços tecnológicos e na criação de oportunidades de emprego e desenvolvimento regional [2].

A União Europeia definiu ainda três objetivos chave até 2020, sendo eles:

- Reduzir até 2020 as emissões globais de gases com efeito de estufa em pelo menos 20% em relação aos níveis de 1990, e reduzir em 30% no caso de se alcançar um acordo internacional- [Diretiva 2010/31/EU]
- Aumentar em 20% o consumo de energia proveniente de fontes de energia renováveis – [Diretiva 2010/31/EU]
- Aumentar a eficiência energética na União Europeia em 20% -Diretiva 2012/27/EU

É ainda apresentado o objetivo de todos os edifícios novos até à data de 31 de Dezembro de 2020 têm de respeitar balanço energético nulo ou quase nulo, ao passo que os edifícios novos com carácter público têm a data antecipada para 31 de Dezembro de 2018.

Os Estados Membros têm de planificar as suas estratégias de modo a fomentar a construção de edifícios NZEBs e assim aumentar fortemente o escasso número atualmente existente, podendo não aplicar os requisitos NZEB 2018/2020, em casos justificáveis, onde a análise custo-benefício para todo o ciclo de vida seja negativa.

Sendo que o consumo de energia ao nível dos edifícios apresenta uma grande contribuição no consumo de energia e conseqüente produção de gases de efeito de estufa, cerca de 40 %, a nível Europeu, torna-se imperativo que, também na área de construção, ocorram mudanças no intuito de incrementar a sustentabilidade ambiental e a redução da dependência energética. Será necessário uma mudança de atitude, modificando e melhorando técnicas, materiais e processos de construção [3].

Tem-se verificado recentemente uma crescente preocupação em construir edifícios que reflitam essas preocupações/imposições legais a curto prazo, existindo exemplos de

## **Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro**

edifícios auto sustentáveis do ponto de vista energético. Espera-se que surja um aumento substancial de edifícios NZEB ou nZEB por toda a Europa.

### **1.3 -Estrutura da dissertação**

A estrutura da presente dissertação está repartida por sete capítulos. No primeiro capítulo será feita uma breve abordagem ao tema e enquadramento geral do mesmo. No segundo capítulo é abordado o conceito NZEB, a sua definição, assim como a legislação onde o mesmo é inserida e aplicada, quer a nível internacional como a nível nacional. No terceiro capítulo é apresentado o caso de estudo, neste caso, um edifício de serviços situado em Faro, no qual será dissecado a sua caracterização e análise energética. O quarto capítulo está destinado ao comportamento energético do edifício, no qual será realizada a modelação do edifício e a simulação do mesmo com auxílio de software apropriado. No quinto capítulo serão apresentadas medidas para a melhoria do comportamento energético do edifício, onde as mesmas serão devidamente estudadas e posteriormente simuladas. No sexto capítulo apresenta-se um resumo de todas as medidas de melhoria que foram estudadas, o resultado de cada uma delas, bem como a viabilidade económica da sua aplicação. Apresenta-se ainda resposta aos objetivos propostos. O sétimo e último capítulo destina-se somente às referências bibliográficas



## 2 – Conceitos de Edifícios Energéticamente Eficientes

### 2.1 -Definição

O sector dos edifícios é responsável pelo consumo de cerca de 40% da energia total, no espaço Europeu. O consumo de energia nos edifícios irá continuar a aumentar até ao ponto em que estes serão projetados para produzirem energia no local suficiente para satisfazer as suas necessidades energéticas. Devido ao grande impacto dos edifícios no consumo final de energia, foi necessário reduzir as necessidades energéticas dos edifícios através da melhoria da eficiência energética, sendo esta a melhor alternativa para se garantir a sustentabilidade energética a longo prazo. Estima-se que a combinação da melhoria da eficiência energética nos edifícios com a produção de energia renovável no local, tenha potencial para atingir o balanço energético nulo nos edifícios (nZEB) [4].

No presente capítulo vão ser abordados os conceitos de edifícios energeticamente eficientes com foco nos *nearly zero energy buildings* e *net zero energy buildings*.

De facto ocorre a necessidade de distinção e diferenciação entre dois conceitos, muitas vezes mal interpretados e misturados. O conceito de *Nearly Zero Energy Building* (NZEB) e *Net Zero Building*.

De uma forma generalista, um NZEB pode ser descrito como “um edifício que possui elevado desempenho energético”. A energia quase nula ou pouco significativa que é eventualmente necessária, deverá ser garantida quase na sua totalidade por fontes renováveis.

Por seu lado o conceito de *Net Zero Building* (nZEB) define um edifício que utiliza 0 kWh/m<sup>2</sup> de energia primária, se se considerar energia primária como sendo proveniente de fontes renováveis ou de fontes não renováveis, que não tenha sofrido qualquer tipo conversão ou transformação. O cômputo final de balanço energético refere-se a um ciclo anual.

O balanço anual de energia primária de 0 kWh/m<sup>2</sup>.ano, geralmente conduz a que a uma quantidade significativa da energia gerada no local seja trocada com a rede. Portanto, a net ZEB produz energia quando as condições são favoráveis, caso contrário usa energia entregue pela rede.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

É difícil encontrar um edifício que possa ser chamado de primeiro *Zero Energy/Emission Building* (ZEB). Uma das razões poderá ser devido ao facto deste conceito ZEB não ser um conceito novo, tratando-se apenas de uma designação moderna para os edifícios. No entanto foi no final dos anos 70 e início dos anos 80 que começam a aparecer alguns artigos nos quais as frases “*a zero energy house*”, “*a neutral energy automous house*” ou “*an energy-independent house*” começaram a ser utilizadas. Este tema surgiu na altura em que as consequências da crise do petróleo começaram a fazer-se sentir e a utilização de fontes de energia fósseis começou a ser um assunto discutido [5].

Ao longo dos tempos diferentes tipos de conceitos ZEB foram descritos, no entanto em quase toda a produção técnica produzida o conceito ZEB estava definido de diferentes maneiras ou simplesmente não se utilizava uma definição exata. Normalmente, as maneiras utilizadas para alcançar o objetivo do balanço energético nulo, tinham consequências na definição do conceito ZEB. Recentemente, a falta de entendimento e a dificuldade de se conseguir encontrar uma definição comum do conceito ZEB tornou-se evidente, sendo que este conceito de edifício é pensado para ser uma solução eficaz para diminuir uso de energia e as emissões de GEE no sector da construção [5].

Devido ao facto deste conceito ser um conceito muito geral, surge a necessidade de se recorrer a uma definição mais rigorosa do conceito. Torcellini, et al. (2006), apresenta uma definição geral do conceito nZEB, que se encontra em utilização pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos (DOE): Um edifício ZEB, é um edifício residencial ou comercial com necessida-des energéticas reduzidas, através de ganhos energéticos eficientes, de forma que o balanço energético das suas necessidades possa ser fornecido por tecnologias de fontes renováveis. No entanto, nesta definição existe uma indefinição do termo “*zero*”, no qual o autor refere que apesar do “*excitamento*” em torno do conceito “*zero energy*” falta encontrar uma definição comum ou até mesmo a compreensão do que significa. O mesmo autor indica que a definição do conceito ZEB pode ser construído de várias maneiras dependendo dos objetivos do projeto, das intenções do investidor, preocupação sobre as alterações climáticas e emissões de GEE para a atmosfera ou dos custos associados à energia. Tendo em conta os cenários mencionados, são apresentadas quatro definições do conceito ZEB: [4]

*Net-Zero Site Energy* – Produz, no mínimo, tanta energia (através de fontes renováveis) quanto aquela que consome ao longo de um ano (energia contabilizada no local);

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Exemplo: Se um edifício consome da rede 2000 kWh de eletricidade para aquecimento, para suplementar a sua produção de energias renováveis. Mas no verão o edifício produz mais energia, proveniente de fontes renováveis, do que o que necessita para o seu funcionamento injetando na rede 2000 kWh. Então num ciclo anual o balanço energético é nulo.

*Net-Zero Source Energy* – Produz, no mínimo, tanta energia (através de fontes renováveis) quanto aquela que consome ao longo de um ano (energia contabilizada na fonte de produção). Para calcular a total “Source Energy” do edifício, é contabilizada a energia primária útil para a produção de energia útil no local sendo necessário multiplicar pelos devidos fatores de conversão de energia primária em energia útil, para se contabilizarem as perdas de energia durante a distribuição; Exemplo: Se um edifício obtém eletricidade para aquecimento a partir de uma fábrica de carvão, sendo o fator de conversão do local para a fonte de 3,37, isso que significa que o edifício tem que exportar aproximadamente um terço da quantidade de energia que importou, pois apenas um terço da energia no carvão é aproveitada, sendo o resto desperdiçado durante a combustão.

*Net-Zero Energy Cost* – O custo associado à compra de energia à rede necessária para a utilização do edifício ao longo de um ano é compensada pela venda à rede da energia produzida pelo edifício. Isto é, a fatura da energia do edifício é zero ou negativa;

*Nearly Zero Energy Building (NZEB)* diz respeito a edifícios que possuem balanço energético anual, próximo de zero, ou seja, edificações que consumam uma quantidade de energia inferior ou igual à produzida através de fontes renováveis e alternativas de energia.

*Net-Zero Energy Emissions* – Produção e exportação suficiente de energia sem emissões (energia de fonte renovável) para compensar a energia obtida a partir de combustíveis que produzam emissões de GEE para a atmosfera ao longo de um ano (*Zero Carbon Building*).

Exemplo: Se um edifício que apenas necessita de energia elétrica para o seu funcionamento e importa energia proveniente de uma fonte que não emite GEE para a atmosfera (central hidroelétrica, parques eólicos), não necessita de produzir energia sem emissões de gases pois o balanço energético das emissões de carbono é nulo. Mas se o edifício utiliza gás natural para aquecimento, necessita de produzir e exportar energia de fontes sem emissão de gases numa quantidade suficiente para compensar as emissões de gases provenientes da utilização do gás natural.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Apesar das diferentes definições do conceito, não se pode considerar uma definição correta pois dependem dos objetivos do projeto, tendo cada definição do conceito nZEB uma diferente influência na projeção do edifício. Todas estas definições têm vantagens e desvantagens, que são tidas em conta consoante o objetivo do projeto. Na tabela 1 são apresentadas as vantagens e desvantagens de cada definição:

Tabela - 1 Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de nZEB, adaptado de [4].

Definição	Vantagens	Desvantagens
<i>Site nZEB</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil de implementar;</li> <li>• Medições feitas no local;</li> <li>• Abordagem mais conservativa de nZEB;</li> <li>• Fatores exteriores não afetam o desempenho;</li> <li>• Fácil de entender e comunicar;</li> <li>• Encoraja o projeto de edifícios eficientes do ponto de vista energético.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessita de mais módulos fotovoltaicos para compensar a utilização de gás natural;</li> <li>• Não considera os custos de todos os serviços;</li> <li>• Não tem em consideração os diferentes tipos de combustíveis;</li> <li>• Não conta com as diferenças não energéticas dos diferentes combustíveis (poluição, disponibilidade).</li> </ul>
<i>Source nZEB</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equaciona os custos dos diversos tipos de energia existentes no local;</li> <li>• nZEB fácil de alcançar;</li> <li>• Maior impacto no sistema de energia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não conta com as diferenças não energéticas dos diferentes combustíveis (poluição, disponibilidade);</li> <li>• Conversão em energia primária muito generalizada;</li> <li>• Não considera todos os custos de energia (fator de conversão pode ser muito baixo);</li> <li>• Não necessita de definir um fator de conversão fonte-local, o que requer um número significativo de informação.</li> </ul>
<i>Cost nZEB</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil de implementar e medir;</li> <li>• Mercado exige resultados equilibrados entre tipos de combustíveis diferentes;</li> <li>• Permite um controlo mais eficiente;</li> <li>• Verificado através das contas energéticas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode não se refletir na rede elétrica nacional, pois mais painéis fotovoltaicos podem ser mais importantes na redução dos consumos locais do que na venda de energia à rede;</li> <li>• Tipo de energia muito volátil o que torna difícil de controlar ao longo do tempo;</li> <li>• Necessita de acordos para que a energia produzida compense a energia consumida e os custos não energéticos.</li> </ul>
<i>Emissions nZEB</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhor modelo de energia verde;</li> <li>• Conta com as diferenças não energéticas dos diferentes combustíveis (poluição, GEE);</li> <li>• nZEB fácil de alcançar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessita de fatores de emissões apropriados.</li> </ul>

Kilkis, (2007) no seu trabalho faz referência a Torcellini, et al. (2006) no entanto, o seu artigo sobre a definição do conceito ZEB, propõe outra abordagem. Kilkis refere que no balanço “zero”, a quantidade e a qualidade da energia devem ser tomadas em

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

consideração. Kilkis explica isso dizendo que apesar da definição ZEB parecer lógica, não é dada a importância da energia na avaliação completa do impacto do edifício no ambiente. Por exemplo, se um ZEB está ligado a uma rede e recebe calor a alta temperatura e energia elétrica e fornece calor na mesma quantidade mas a uma temperatura menor e a mesma quantidade de energia elétrica à rede, o edifício não está a fazer um balanço “zero” da qualidade de calor que recebe e fornece à rede. Apesar da quantidade de calor e de energia elétrica estar em equilíbrio, este ZEB tem um impacto negativo no ambiente devido à qualidade do seu balanço energético, que tem que ser compensado pela rede através da utilização de combustíveis. Refere ainda a importância de ter em conta a quantidade e qualidade da energia, pois se a rede produz energia através das centrais térmicas e os ZEB produzem através de FER, não podendo ser desprezado a diferente energia e impacto sobre o ambiente. [5]

Tendo em conta o balanço da energia em vez do balanço energético, permite-se quantificar a quantidade de emissões de CO<sub>2</sub> e evitar emissões de carbono secundárias que resultam da diferença de energia, podendo-se assim classificar o impacto ambiental do edifício. Kilkis (2007) apresenta uma nova definição para o conceito ZEB [6].

- *Net Zero Exergy Buildings*, são edifícios que ao longo de um ano o somatório das trocas de energia, entre o edifício e a rede, é nulo. Essas trocas podem ser ao nível elétrico ou outro nível qualquer, que se dê entre este sistema.

Mertz, et al. (2007) fez a distinção entre duas definições de ZEB: *Net Zero Energy Buildings* e *Net Zero CO<sub>2</sub> Neutral Buildings*, sendo resultado da limitação dos recursos e do impacto ambiental, respetivamente. O autor refere que os *Net Zero Energy Buildings*, são edifícios que ao longo de um ano geram a mesma quantidade de energia do que aquela que consomem, podendo essa energia ser gerada no local através de painéis fotovoltaicos, energia eólica ou energia do biogás. Estes edifícios produzem energia renovável suficiente para compensar a energia consumida da rede. Na *Net Zero CO<sub>2</sub> Neutral Buildings* durante a utilização do edifício as emissões de carbono para a atmosfera são nulas. A produção de energia sem emissões de carbono decorre no local tal como os *Net Zero Energy Buildings* [7].

Em 2008, Jens Laustsen, no relatório da Agência Internacional da Energia (IEA), apresenta a questão das diferentes interpretações da definição ZEB. Laustsen, apresenta uma definição geral para o conceito ZEB, como sendo um edifício que não utiliza

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

combustíveis fósseis, apenas obtém toda a energia necessária para o seu funcionamento através da energia solar ou outras fontes de energia renováveis. No entanto, ao mesmo tempo enfatiza os pontos fracos da definição, dizendo que segundo este princípio, pode-se tratar de um edifício tradicional ao qual é fornecida uma grande quantidade de sistemas de coletores solares e de painéis fotovoltaicos. Se esses sistemas fornecerem mais energia do que a energia consumida ao longo de um ano, este edifício é um ZEB. Quando o assunto se foca no significado do “zero”, são mencionadas duas definições: [8]

- *Zero Net Energy Buildings*, são edifícios que ao longo de um ano apresentam um balanço energético nulo, sendo que a quantidade de energia fornecida à rede é igual ou superior à energia consumida à rede. Não sendo necessário a utilização de combustíveis fósseis para satisfazer as necessidades de aquecimento, arrefecimento, iluminação e águas quentes sanitárias (AQS).
- *Zero Carbon Buildings*, são edifícios que ao longo de um ano não utilizam energia que implique a emissão de dióxido de carbono para a atmosfera. Ao longo de um ano estes edifícios são neutros ou positivos em emissões de carbono, visto que produzem energia sem dióxido de carbono suficiente para satisfazer as suas necessidades energéticas.

A grande diferença entre estas duas definições reside no facto de *Zero Net Energy Buildings* são ao mesmo tempo *Zero Carbon Buildings*, e no entanto os *Zero Carbon Buildings* não necessitam de ser *Zero Net Energy Buildings*.

Na Figura 1, podemos observar uma ilustração do conceito nZEB. É possível analisar quais são as variáveis que entram na equação do balanço energético e verificar que a energia consumida à rede é aproximadamente igual à energia fornecida à rede.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

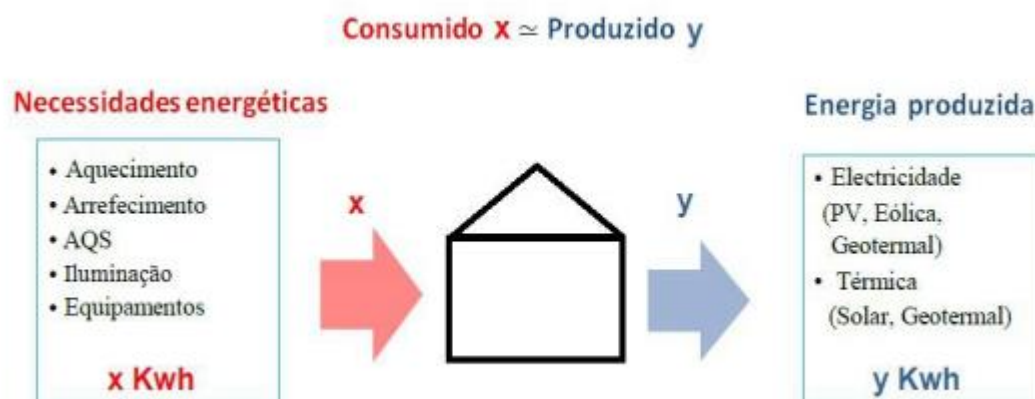


Figura 1 - Conceito nZEB. [9].

Para alcançar uma definição adequada do conceito ZEB, é preciso ter em conta o contexto da sociedade, bem como os aspetos financeiros, técnicos e ambientais. Consequentemente os princípios sobre os quais se regem todas as definições também se devem basear nestes fatores.

OPEB (*plus energy building* define-se como um edifício que num ciclo anual produz mais energia por fontes renováveis do que consome.

### Ciclo de vida dos edifícios

Um edifício é em geral projetado para ter uma vida útil de pelo menos 50 anos. Sujeito a ações de manutenção regulares, justificadas pelo ativo valioso que o edifício representa, interessa recorrer ao desenvolvimento de novas tecnologias e de novas práticas de consumos de forma a minimizar o consumo de energia do edifício, baixando os custos de exploração do mesmo

Segundo Pinheiro, “A forma como as estruturas construídas são obtidas e erguidas, usadas e operadas, mantidas e reparadas, modernizadas e reabilitadas, e finalmente desmanteladas (e reutilizadas) ou demolidas (e recicladas), constituem o ciclo completo das atividades construtivas sustentáveis”. A este processo de evolução do edifício durante a sua vida útil dá-se o nome de ciclo de vida de um edifício [10].

Este ciclo de vida de um edifício encontra-se dividido em várias fases: Programa-Projecto-Construção-Utilização-Manutenção-Desconstrução/Demolição.

## **Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro**

Programa e Projeto: Corresponde ao período entre o delineamento das opções de projeto que são tomadas até ao momento em que essas decisões são concebidas. Sendo uma das fases mais importantes, pois, é nesta fase que são tomadas as decisões sobre o local, os materiais a utilizar, as soluções a adotar em projeto e outras, que irão ter repercussões nas outras fases do ciclo de vida do edifício. É durante esta fase que se tomam as decisões às quais os impactes ambientais estão associados, essencialmente provocados noutra fase.

Construção: Esta fase corresponde ao período desde o início da construção até à entrega da obra ao proprietário. O grande enfoque na fase de construção é a forma de desenvolvimento do processo construtivo, sendo esta associada, essencialmente, à intervenção no local, com alteração do uso do solo, consumo de matérias-primas, energia e alterações nos ambientes envolventes.

De forma a se realizarem as construções, torna-se necessário extrair e consumir matérias-primas. Os impactes da extração, ou transformação, são também importantes, sendo que, na grande maioria dos casos, sejam da responsabilidade da indústria produtora, pois não são específicos do sector da construção. No caso das estruturas edificadas estima-se que o impacte devido aos materiais represente cerca de 10-20% do impacte de um edifício, em todo o seu ciclo de vida. [11]

Utilização e Manutenção: Corresponde ao período entre a receção da obra por parte do proprietário até ao fim de utilização do edifício. Nesta fase estão incluídas a manutenção, que se revela uma atividade de carácter preventivo e realizado periodicamente.

Nesta fase os principais impactes são o consumo de energia, de água, de materiais, da produção de resíduos e das emissões de GEE para a atmosfera, decorrentes do uso por partes dos seus utilizadores.

Desconstrução/Demolição: Corresponde à fase depois da utilização do edifício, na qual se procede à desconstrução e demolição do mesmo. Os principais impactes desta fase são sobretudo: a nível do consumo de energia, emissões de GEE para a atmosfera e produção de resíduos.

## **2.2 – Enquadramento Europeu e Nacional – Legislação**

### **2.2.1- Europeia:**

Ao longo das últimas décadas a União Europeia (UE), tem apostado em políticas que visam impulsionar o aumento da eficiência energética no seu parque edificado, com o objetivo de reduzir a dependência energética da UE e de reduzir as emissões de gases com efeito de estufa.

A 13 de Setembro de 1993 foi lançada a Diretiva 93/76/CEE (SAVE) relativa à limitação das emissões de dióxido carbono (CO<sub>2</sub>). Segundo esta Diretiva os Estados-Membros deveriam limitar as emissões de CO<sub>2</sub> através do aumento da eficiência energética, nomeadamente com base nos seguintes programas [12]:

- Certificação energética de edifícios;
- Faturação das despesas de aquecimento, ar condicionado e água quente sanitária com base no consumo real;
- Financiamento por terceiros dos investimentos em eficiência energética no setor público;
- Isolamento térmico dos edifícios novos;
- Inspeção periódica das caldeiras;
- Auditorias energéticas nas empresas com elevado consumo de energia.

Em Março de 2007, na reunião do Conselho Europeu, foi decretado o objetivo de reduzir o consumo de energia em cerca de 20% até ao ano 2020 através do aumento da eficiência energética com a aplicação do “Plano de Ação para a Eficiência Energética: Concretizar o Potencial”. Este Plano criado em 2006 identifica um potencial de redução do consumo de energia em mais de 20% até ao ano 2020 e delinea políticas e medidas para concretização desse potencial. Destas políticas e medidas, constam 10 ações prioritárias que passam por [13]:

- Estabelecer requisitos dinâmicos de desempenho energético para produtos, serviços e edifícios;
- Melhorar a eficiência do setor transformador da energia e dos transportes;
- Aperfeiçoar os instrumentos de financiamento e incentivos económicos;
- Promover e aumentar a sensibilização para a eficiência energética.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Entre outras medidas, o Plano promove ainda a aplicação e alteração da Diretiva 2002/92/CE [14] para o desempenho energético dos edifícios, propondo:

- Uma maior intervenção do setor público na demonstração de novos métodos e tecnologias;
- Requisitos mínimos de desempenho em grandes obras de renovação;
- Requisito mínimo de desempenho (kWh/m<sup>2</sup>) em edifícios novos e restaurados e em alguns componentes, tendo como meta aproximar-se o nível dos edifícios novos do dos edifícios existentes com climatização passiva (não mecânica) a partir de 2015;
- Requisitos vinculativos para a instalação de tecnologias de aquecimento e refrigeração, passivos;
- Medidas para o financiamento, por parte dos Estados-Membros, de investimentos de alta rentabilidade económica.

A 19 de maio de 2010 foi publicada a Diretiva 2010/31/EU, sendo esta a diretiva em vigor atualmente para o desempenho energético dos edifícios. É nesta Diretiva em que os requisitos mínimos de desempenho energético são alargados para frações autónomas, elementos construtivos e sistemas técnicos de edifícios. Também são estabelecidos requisitos mínimos de forma a aumentar o número de edifícios com necessidades quase nulas de energia, a incrementar a certificação energética de edifícios e frações autónomas, a promover e aumentar a inspeção regular das instalações de aquecimento e ar condicionado, a promover a instalação de sistemas de controlo, independentes dos certificados de desempenho energético e dos relatórios de inspeção [15].

Para o cálculo dos níveis ótimos de rentabilidade dos requisitos mínimos de desempenho energético, é estabelecido um quadro metodológico comparativo a utilizar pelos Estados-Membros, estabelecido de acordo com o anexo I e anexo III da Diretiva 2010/31/EU e deve distinguir entre edifícios novos e edifícios existentes e entre diferentes categorias de edifícios. Para o respetivo cálculo, os Estados-Membros devem [16]:

- Tomar como ano de início do cálculo o ano em que este é efetuado;
- Utilizar o período de cálculo, que de acordo com o anexo I é de 30 anos para edifícios residências e públicos, e de 20 anos para edifícios comerciais e não comerciais;

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

- Utilizar as categorias de custos previstas no anexo I que poderão ser, custos iniciais de investimento, custos de utilização, custos de energia, custos de iluminação e para o cálculo a nível macroeconómico devem-se incluir também os custos das emissões de gases com efeito de estufa;
- Utilizar como valores mínimos vinculativos para a determinação dos custos do carbono os preços previstos do carbono no Regime de Comércio de Licenças de Emissões (RCLE).

De acordo com o regulamento, os Estados-Membros devem ainda complementar o quadro metodológico comparativo através do estabelecimento dos seguintes parâmetros, para efeitos de cálculo [16]:

- Ciclo de vida económico estimado de um edifício e/ou componente de edifício;
- Taxa de desconto;
- Custos relativos aos vetores de energia, aos produtos, aos sistemas, à manutenção, aos custos de exploração e aos custos de mão-de-obra;
- Fatores de energia primária;
- Evolução do preço previsto para todos os vetores de energia, tendo em conta as informações do anexo II.

A 25 de Outubro de 2012 foi divulgada a Diretiva 2012/27/UE para a eficiência energética. Nesta Diretiva pode-se ler que o objetivo de alcançar 20% de eficiência energética em 2020 não se encontra em vias de ser atingido, sendo portanto necessário implementar um aumento da promoção da eficiência energética. Para tal, a Diretiva estabelece um quadro comum capaz de promover a eficiência energética na União e regras destinadas a eliminar os obstáculos do mercado [17]. Posto isto, cabe aos Estados-Membros elaborar estratégias para aumentar a eficiência energética, devendo fixar os objetivos indicativos nacionais de eficiência energética e comunicá-los à Comissão devidamente justificadas. Com o objetivo de aumentar a taxa de renovação dos edifícios existentes com vista à melhoria da eficiência energética na UE, a Diretiva impõe aos Estados-Membros o estabelecimento de uma estratégia a longo prazo para mobilizar investimentos na renovação do parque nacional de edifícios comerciais e residenciais, quer públicos quer privados. Esta estratégia compreende:

- Uma panorâmica do parque imobiliário nacional baseada numa amostragem estatística, se adequado;

## **Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro**

- Uma identificação das abordagens rentáveis das renovações relevantes para o tipo de edifício e para a zona climática;
- Políticas e medidas destinadas a incentivar as renovações profundas de edifícios rentáveis, incluindo renovações profundas por etapas;
- Uma perspetiva de futuro destinada a orientar a tomada de decisões em matéria de investimento por particulares, pela indústria da construção e pelas instituições financeiras;
- Uma estimativa das economias de energia esperadas e de outros benefícios possíveis, com base em dados factuais.

### **2.2.2- Legislação Portuguesa:**

Com o intuito de transposição para o direito nacional da Diretiva n.º 2010/31/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, acima descrita, foi elaborado o Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de Agosto. Aborda 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 [18].

Este diploma, além de assegurar essa referenciada transposição do âmbito Europeu para o âmbito Nacional, permite uma revisão da legislação Nacional, bem como a oportunidade de melhorar a sistematização e o âmbito de aplicação do sistema de certificação energética e respetivos regulamentos, alinhar os requisitos nacionais às imposições explicitamente decorrentes da mesma.

O decreto mencionado define um mapa evolutivo de requisitos com um horizonte temporal no limite até 2020, permitindo criar condições de previsibilidade, que facilitam a antecipação e a adaptação do mercado, ao mesmo tempo que aponta no sentido de renovação do parque imobiliário por via da promoção de edifícios cada vez mais eficientes. Criam-se, igualmente, condições para uma ágil adaptação dos requisitos regulamentares, com base em critérios de nível ótimo de rentabilidade resultantes do desempenho energético dos edifícios e dos seus componentes.

## **Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro**

Tendo em conta o contexto do Decreto – Lei em causa, surge a necessidade de definição de edifícios com necessidades energéticas quase nulas, NZEB, que deverão possuir um carácter de referência para novas construção a partir de 2020, que nos casos de edifícios novos de entidades públicas, deverá ser 2018, bem como servir de modelo a futuras intervenções no edificado existente. 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, localizada no edifício na sua vizinhança [18].

Em Portugal vigoram ainda outros documentos de carácter legislativo com influência direta sobre as aplicações e desempenho energético tais como:

- Lei 58/2013 de 20 de Agosto - definição dos requisitos de acesso e de exercício da atividade de perito de para a certificação energética bem como técnico de manutenção de edifícios e sistemas;
- Portaria 349 A/2013 – define o funcionamento do Sistema de Certificação Energético dos Edifícios (SCE) de habitação (REH) e o regulamento do desempenho energético dos edifícios de comércio e serviços (RECS), onde são definidas as competências da entidade gestora do SCE, atividades dos técnicos, categorias de edifícios, fixação de taxas de registo e critérios de verificação de qualidade dos processos de certificação;
- Portaria 349 B/2013 – REH – define a metodologia de determinação da classe de desempenho energético, para a tipologia de pré-certificados e certificados do SCE, e os requisitos de comportamento técnico e eficiência dos sistemas dos edifícios novos e sujeitos a intervenções de maior escala;
- Portaria 349 C/2013 – Estabelece os elementos que deverão constar dos procedimentos de licenciamento ou de comunicação prévia de operações urbanísticas de edificação, bem como de autorização de utilização;
- Portaria 349 D/2013 – RECS – determina os requisitos de conceção relativos à qualidade térmica envolvente e à eficácia dos sistemas técnicos dos edifícios novos, dos edifícios sujeitos a grande intervenção e dos edifícios existentes;

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

- Portaria 353 A/2013 – define os requisitos para a ventilação e qualidade do ar interior;
- Portaria 66/2014 – define o sistema de avaliação dos técnicos do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE) e aprova as adaptações ao regime jurídico de certificação para acesso e exercício da atividade de formação profissional;
- Despacho 15793 D/2013 – Estabelece os fatores de conversão entre energia útil e energia primária a utilizar na determinação das necessidades nominais anuais de energia primária;
- Despacho 15793 E/2013 – estabelece as regras de simplificação a utilizar nos edifícios sujeitos a grandes intervenções, bem como existentes;
- Despacho 15793 F/2013 – define os parâmetros de zonamento climático e respetivos dados;
- Despacho 15793 G/2013 – define os elementos mínimos a incluir nos procedimentos de ensaios e de receção das instalações e elementos mínimos do plano de manutenção;
- Despacho 15793 H/2013 – Estabelece as regras de quantificação e contabilização do contributo de sistemas para aproveitamento de fontes de energia de fontes de energia renováveis, de acordo com o tipo de sistema;
- Despacho 15793 I/2013 – Estabelece as metodologias de cálculo para determinar as necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento e arrefecimento ambiente, as necessidades nominais de energia útil para a produção de águas quentes sanitárias (AQS) e as necessidades nominais anuais globais de energia primária;
- Despacho 15793 J/2013 - Especifica as regras de determinação da classe energética;
- Despacho 15793 K/2013 – define os parâmetros térmicos de cálculo;

## **Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro**

- Despacho 15793 L/2013 – Procede à publicação da metodologia de apuramento da viabilidade económica da utilização ou adoção de determinada medida de eficiência energética, prevista no âmbito de um plano de racionalização energética;

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

-

## 3- Caso de Estudo- Edifício de Serviços

### 3.1- Caracterização do Edifício

#### Localização

O edifício encontra-se localizado na periferia da zona urbana da cidade de Faro, na zona climática II V2S, implantado à cota de 15 m e uma distância à costa marítima de 6,1 km.

O edifício não se encontra isolado, sendo confinante com outras edificações no piso 0 e no piso em cave. O edifício tem fachadas nos quatro pontos cardeais, sendo que a fachada principal do edifício está orientada a Norte, como se observa na figura 2 abaixo.



Figura 2 - Localização do edifício em Faro (Fonte: Google Maps).

#### Descrição do Edifício

O espaço em estudo, de serviços, situado na Estrada da Penha, em Faro, é constituído por 4 pisos acima do solo e 1 em cave. No piso 0 existe a receção do edifício, assim como uma cafetaria/bar onde se servem refeições para os funcionários, sendo que a restante área é dividida por gabinetes. Os pisos 1, 2 e 3 são destinados a serviços administrativos e caracterizados por “*open spaces*” assim como por alguns gabinetes.

Como apoio ao serviço dos escritórios, no piso 1 existe uma sala de bastidores onde estão localizados também os servidores, alimentados através de uma unidade ininterrupta de energia, UPS. No piso 0 está localizada uma central de telecomunicações. Estas áreas normalmente não têm ocupação.

## **Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro**

Existe ainda um piso em cave destinado a estacionamento, armazéns e salas técnicas (posto de transformação, sala do Quadro Geral de Baixa Tensão e central de bombagem de água de incêndio).

Foi considerada a tipologia de escritórios (2.108,9 m<sup>2</sup>), com inércia média, com os espaços complementares: garagem (1.244,6 m<sup>2</sup>) e armazém (62,0 m<sup>2</sup>)

Os espaços não úteis encontrados neste edifício foram os seguintes: garagem, escadas e arrumos/armazéns e salas técnicas na garagem.

### **Regime de Funcionamento**

A ocupação da cafeteria/bar é pontual, sendo normalmente utilizado nos períodos de descanso dos funcionários: pequeno-almoço, almoço e lanche. O regime de funcionamento do bar é o seguinte: Segunda a Sexta, das 08:30 – 10:00, 10:30 – 11:00, 12:00 – 14:30 e 16:00 – 16:30.

O regime normal de funcionamento dos escritórios é o seguinte: Segunda a Sexta, das 08:00 – 18:00.

### **Caracterização da envolvente exterior e interior opaca, tendo por base o certificado energético**

Para a caracterização da envolvente exterior e interior foram tomadas simplificações propostas pela nota técnica NT-SCE-01 e pelo ITE 50, pelo facto de não existir elementos relativos às soluções construtivas do edifício. Estas simplificações estão em concordância com as que foram utilizadas nas auditorias energéticas. As soluções construtivas são as seguintes:

PE1 – Parede exterior de constituição desconhecida revestida exteriormente a reboco/placas de pedra e pelo interior a estuque (posterior a 1960), com espessura total de 0,30 m.

Coefficiente de transmissão térmica de 1,10 W/m<sup>2</sup>.°C.

PS1 – Parede interior de separação da área útil com compartimentos não úteis com uma espessura total de 25 cm de constituição desconhecida, revestimento interior em estuque.

Coefficiente de transmissão térmica de 1,16 W/m<sup>2</sup>.°C.

## **Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro**

PS2 – Parede interior de separação da área útil com compartimentos não úteis com uma espessura total de 19 cm de constituição desconhecida, revestimento interior em estuque.

Coeficiente de transmissão térmica de 1,49 W/m<sup>2</sup>.°C.

PS3 – Parede interior de separação da área útil com compartimentos não úteis com uma espessura total de 30 cm de constituição desconhecida, revestimento interior em estuque.

Coeficiente de transmissão térmica de 1,00 W/m<sup>2</sup>.°C.

Cob. Ext. – Cobertura exterior pesada horizontal com acabamento interior com caixa-de-ar não ventilada com uma espessura expectável de 30 cm e teto falso.

Coeficiente de transmissão térmica de 1,84 W/m<sup>2</sup>.°C (incluindo a contribuição da caixa-de-ar).

Cob. Int. – Cobertura interior pesada horizontal. Coeficiente de transmissão térmica de 2,25 W/m<sup>2</sup>.°C (com a correção para cobertura interior).

Pav. Int – Pavimento interior pesado sobre espaço não aquecido, de espessura desconhecida.

Coeficiente de transmissão térmica de 2,21 W/m<sup>2</sup>.°C.

### **Caracterização dos envidraçados:**

Envidraçado E1: Vão simples inserido nas fachadas Norte, Oeste, Sul e Este com caixilharia metálica giratória, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor não especificado, com proteção interior constituída por estore de lâminas metálicas de cor média.

Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 4,3 W/ (m<sup>2</sup>.°C) e com fator solar de 0,43.

Envidraçado E2: Vão simples inserido nas fachadas Norte, Oeste, Sul e Este com caixilharia metálica fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor não especificado, com proteção interior constituída por estore de lâminas metálicas de cor média.

Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 3,9 W/ (m<sup>2</sup>.°C) e com fator solar de 0,43.

## **Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro**

Envidraçado E3: Vão simples inserido nas fachadas Sul, Norte e Este com caixilharia metálica giratória, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor não especificado, sem proteção.

Coefficiente de transmissão térmica (U) igual a 4,3 W/ (m<sup>2</sup>.°C) e com fator solar de 0,55.

Envidraçado E4: Vão simples inserido na fachada Sul, Norte e Este com caixilharia metálica fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor não especificado, sem proteção.

Coefficiente de transmissão térmica (U) igual a 3,9 W/ (m<sup>2</sup>.°C) e com fator solar de 0,55.

Envidraçado E5: Vão simples horizontal, com caixilharia metálica fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro simples incolor não especificado, sem proteção.

Coefficiente de transmissão térmica (U) igual a 6,0 W/ (m<sup>2</sup>.°C) e com fator solar de 0,85.

Envidraçado E6: Vão simples inserido na fachada Norte, com caixilharia metálica giratória, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor não especificado, com proteção interior constituída por cortina opaca de cor escura.

Coefficiente de transmissão térmica (U) igual a 4,3 W/ (m<sup>2</sup>.°C) e com fator solar de 0,40.

Envidraçado E7: Vão simples inserido na fachada Norte e Este com caixilharia metálica fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor não especificado, com proteção interior constituída por cortina opaca de cor escura.

Coefficiente de transmissão térmica (U) igual a 3,9 W/ (m<sup>2</sup>.°C) e com fator solar de 0,40.

### **Sistemas de Climatização Existentes**

O sistema centralizado de climatização do edifício é constituído por 2 chillers/bombas de calor, que climatizam a maior parte do edifício através dos ventilo convetores a 4 tubos e de uma unidade de tratamento de ar novo (UTAN).

Estando o chiller 1 em permanente funcionamento no Verão e perante as necessidades o chiller 2 está a servir de apoio caso seja necessário.

Os chillers/bombas de calor estão localizados na cobertura do edifício, sendo que cada um apresenta condensadores arrefecidos a ar, com ventiladores axiais.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro



Figura 3 - Localização das Chillers/Bomba (Fonte: Autor).

No circuito primário dos chillers existem 4 bombas circuladoras “in-line” equipadas com motor elétrico de rotor seco.

A distribuição de cada depósito acumulador, respetivamente, de água arrefecida e água aquecida aos consumidores (UTAN e ventiloconvetores) é feita por duas bombas circuladoras “in-line” do tipo rotor seco.

Neste edifício existe admissão de ar novo do exterior. A introdução de ar novo nos pisos é assegurada pela UTAN, localizada também na cobertura. Todos os pisos com ocupação permanente são climatizados pelo sistema centralizado.



Figura 4 - UTAN no Terraço (Fonte: Autor).

A UTAN existente é constituída pelos seguintes módulos no sentido de insuflação de ar: módulo de admissão de ar, secção de pré-filtragem de classe G4 (filtro plano), secção de filtragem de classe F5 (filtro de sacos), recuperadora de calor de fluxos cruzados, bateria de água fria, bateria de água quente e ventilador de insuflação.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

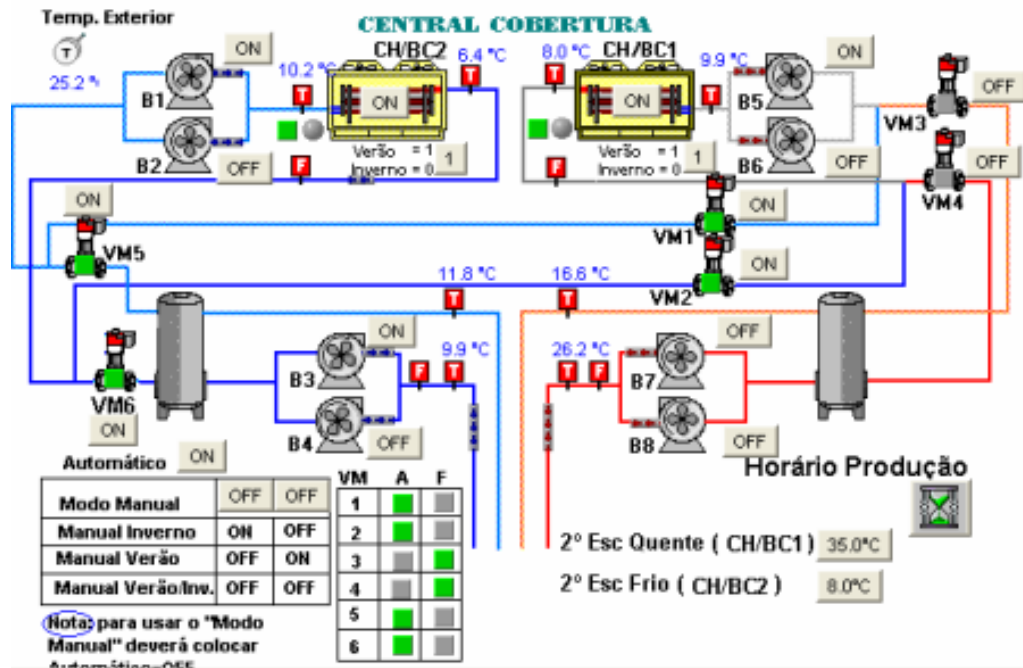


Figura 5 - Esquema da central térmica retirada do sistema de gestão técnica. [19].

A montante do ventilador de extração existe uma secção de filtragem de classe F5 (filtro de sacos). Ambos os ventiladores de insuflação e de extração têm motor de transmissão direta e variador de velocidade. Todos os filtros têm sondas de pressão diferencial para ar que permitem verificar o estado de colmatagem dos filtros.

Nos espaços interiores a insuflação do ar é feita por difusores de 4 vias instalados no teto falso de cada piso. Tal como para a insuflação, as grelhas de extração estão localizadas no teto falso dos pisos.



Figura 6 - Difusores de insuflação e grelhas de extração no teto falso

(Fonte: Autor).

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

É de salientar que a sala do QGBT no piso de garagem, a sala de telecomunicações do piso 0 e os bastidores do piso 1 não são climatizadas pelo sistema centralizado, mas estão dotadas de unidades de expansão direta do tipo split. (unidade local individualizada de climatização).



Figura 7 - Exemplo de splits no piso 1 (Fonte: Autor).

Tabela 2 - Características dos Chillers/Bombas de Calor [19].

	Chillers/ Bombas de Calor	
<b>Quantidade (un)</b>	1	1
<b>Código Interno</b>	CH/BC2	CH/BC1
<b>Localização do Equipamento</b>	Cobertura	Cobertura
<b>Marca</b>	Daikin	Daikin
<b>Modelo</b>	EWY100DAYNN	EWYQ130DAYNN
<b>Capacidade de Arrefecimento (KW)</b>	100,0	136,0
<b>Potência elétrica absorvida<sub>arref</sub> (KW)</b>	36,2	47,6
<b>EER</b>	2,76	2,86
<b>Capacidade de Aquecimento (KW)</b>	114,0	149,0
<b>Potência elétrica absorvida<sub>aquecim</sub> (KW)</b>	38,1	49,7
<b>COP</b>	2,99	3,00
<b>Tipo de Refrigerante</b>	R410A	R410A

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Tabela 3 - Características da UTAN [19].

	UTAN
Localização do Equipamento	Cobertura
Local a Climatizar	Piso 0/1/2/3
Marca	Sandometal
Modelo	SDM05
Caudal de Ar Insuflado (m <sup>3</sup> /h)	6490,0
Caudal de Ar Extraído (m <sup>3</sup> /h)	6970,0
Capacidade de Aquecimento (KW)	30,0
Capacidade de Arrefecimento (KW)	31,0
Pressão Total Insuflação (Pa)	800
Pressão Total de Extração (Pa)	632
Potência do motor Insuflação (KW)	2,4
Potência do motor Extração (KW)	2,4
Tensão (V)	400

Tabela 4 - Características bombas circuito primário do Chiller 1 e 2 [19].

	Chillers/ Bombas do Circuito Primário (Chiller 1)	Chillers/ Bombas do Circuito Primário (Chiller 2)
Quantidade (un)	2	2
Marca	AEG	AEG
Modelo	LM 65 200/187 A-AFA BUBE	TP 65 60/4 A-AFA BUBE
Localização do Equipamento	Cobertura	Cobertura
Potência Máxima (KW)	1,50	0,55
Velocidade Correspondente (r.p.m)	1680	1420

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Tabela 5 - Características bombas de circulação de água fria e quente [19].

	Bombas Circulação Água Arrefecida	Bombas Circulação Água Aquecida
Quantidade (un)	2	2
Marca	AEG	AEG
Modelo	LM 65 200/187 A-AFA BUBE	LM 80-125/140 A-AFA BUBE
Localização do Equipamento	Cobertura	Cobertura
Potência Máxima (KW)	1,50	1,10
Velocidade Correspondente (r.p.m)	1680	1680

Tabela 6 - Características das unidades individuais de climatização (Splits) [19].

	Split	Split	Split	Split
Marca	DAIKIN	DAIKIN	DAIKIN	DAIKIN
Modelo Unidade Interior	FTXS71BAV MB	FAYP71LV1	AY-XP24GR	FTY60GAV1B
Modelo Unidade Exterior	RXS71BVM B	RYEP71L7V1	AEXZ40H	RY60FA7V1
Local Interior	QGBT	Bastidores- Piso 1	Bastidores- Piso 1	Telecomunicações- Piso 1
Capacidade de Arrefecimento (KW)	7,10	7,10	7,0	6,0
Potência elétrica absorvida arref (KW)	2,53	2,71	2,49	2,43
EER	2,81	2,62	2,81	2,47
Capacidade de Aquecimento (KW)	8,50	8,0	7,7	7,15
Potência elétrica absorvida aqueci (KW)	2,63	2,49	2,33	2,40
COP	3,23	3,21	3,30	2,98
Tipo de Refrigerante	R-410A	R-407C	R-410A	R-22

## **Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro**

Para o controlo de alguns parâmetros dos equipamentos de produção de energia térmica, dos equipamentos da rede aerólica e da rede hidráulica, existe um Sistema de Gestão Técnica (SGT). No SGT é feito o seguinte controlo [19]:

- Estado de funcionamento dos chillers, das bombas do circuito primário e das bombas de circuito secundário;
- Estado de abertura das válvulas de modelação associadas;
- Valores de temperatura da água nos vários circuitos de água, nomeadamente: entrada e saída de cada chiller e nos depósitos de inércia de água arrefecida e água aquecida;
- Set point de temperatura da água de retorno aos chillers no Inverno e Verão;
- Horário de funcionamento dos chillers, bombas e UTAN;
- Set point de temperatura de Inverno e Verão e de humidade relativa da UTAN;
- Percentagem de abertura das válvulas de água quente e fria das baterias da UTAN;
- Visualização dos valores de temperatura do ar de insuflação, extração e ar novo;
- Visualização da humidade relativa do ar de retorno e ar novo;
- Visualização do n.º de horas de funcionamento dos ventiladores de insuflação e de extração da UTAN.
- Visualização das temperaturas interiores nos vários gabinetes de cada piso.

No SGT é possível ainda visualizar mensagem de erros, com indicação das anomalias ocorridas.

Os horários de funcionamento definidos no SGT são programáveis, mas em geral funcionam nos dias úteis das 06 h 30 às 19,30h, permanecendo desligados das 19,30 h de sextas – feiras às 06,30 h de 2ª feiras e nos dias feriados

### **Medições Elétricas**

Com o objetivo de identificação e caracterização do consumo de energia consequente da instalação coletiva de climatização, foi executada uma medição no QGBT na saída geral de climatização.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Uma vez que as medições foram efetuadas no mês de Agosto e as temperaturas exteriores eram bastantes altas, observam-se potências elevadas.

No gráfico seguinte apresenta-se a evolução da potência absorvida pela alimentação da saída da Climatização existente no QGBT.

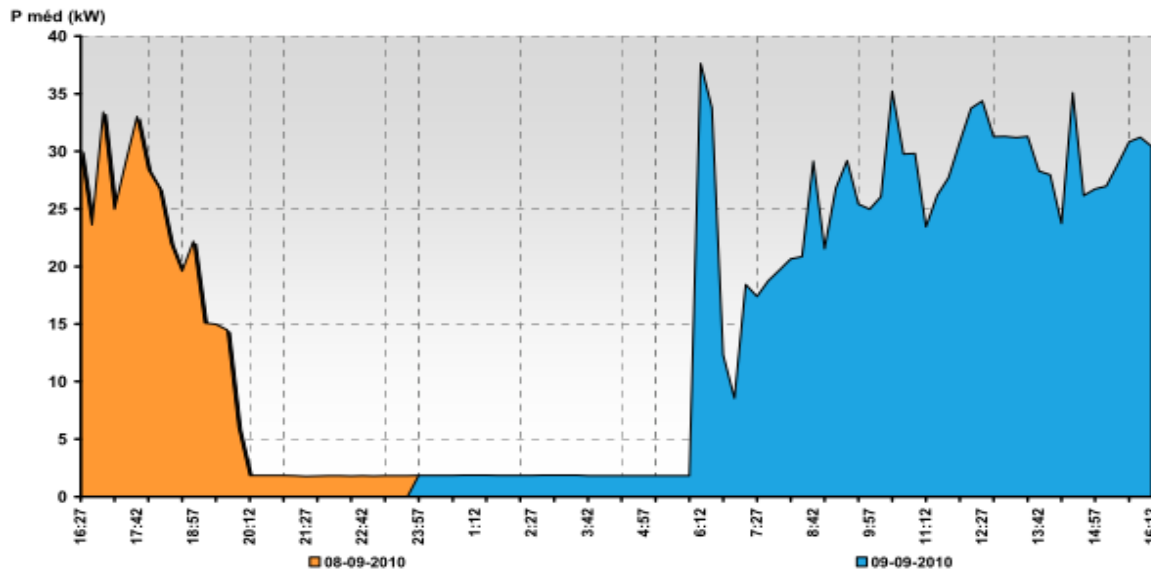


Gráfico 1 - Potência absorvida na climatização [19].

A medição foi feita entre as 16h27m de 8 de Setembro e as 16h12m de 9 de Setembro, com um período de integração de 15 minutos.

Verifica-se que os equipamentos de climatização estiveram em funcionamento entre as 6h00 e as 19h00. Durante esse período a potência média tomada foi de 26kW, tendo sido atingido um valor máximo de 37,6 kW, no arranque dos equipamentos. A potência tomada média durante o período noturno foi constante e a 1,8 KW [19].

### Consumo de Energia

A análise e estudo energético do edifício indica que a climatização do edifício apresenta-se como o maior consumidor de energia do edifício. Estima-se que o consumo anual da climatização ronde os 144 MWh, o que representa cerca de 51% do consumo total da instalação [19]. Em edifícios de serviços, a climatização em geral representa cerca de 40% a 50 % do consumo de energia do edifício.

## **Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro**

### **Sistemas de iluminação**

O tipo de iluminação existente é constituído essencialmente por lâmpadas fluorescentes compactas munidas de balastro eletrónico. Existem também lâmpadas fluorescentes tubulares, munidas igualmente de balastros eletrónicos, assim como lâmpadas de halogéneo.

Todas as fachadas são munidas de envidraçados, que garantem uma boa iluminação natural.

O horário de funcionamento da iluminação interior é controlado através do Sistema de Gestão Técnica.

O horário normal de funcionamento da iluminação é das 08h00 às 20h00, de 2.<sup>a</sup> a 6.<sup>a</sup> feira, coincidindo com o início do funcionamento dos escritórios e o término dos serviços de limpeza dos mesmos.

### **Levantamento da iluminação**

Com o objetivo de avaliar o consumo de energia relativo à iluminação realizou-se um levantamento detalhado de toda a iluminação existente. No quadro seguinte indica-se resumidamente o tipo e a quantidade de lâmpadas existentes por local.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Tabela 7 - Levantamento da Iluminação [19].

Levantamento de Iluminação													Potência Instalada
LOCAL	Horas Funficon/ano	F1 x 8	F1 x 14 BE	F1 x 36 BE	F2x 36 BE	FC1 x 11	FC1 x 14	FC1 x 21	FC2x 18	FC1 x 36	Hal4	Hal35	kW
Piso -1- Central de Bombagem	52				4								0,29
Piso -1- QGBT (Climatizado)	52	1			2								0,15
Piso -1- Arquivos	52				3								0,22
Piso -1- Armazéns	52				6								0,43
Piso -1- Garagem	2600	2		20			1						0,75
Piso -1- WC	780		1			4							0,08
Piso 0- Gabinetes	3120									79			6,97
Piso 0- Telecomunicações(Climatizada)	140									1			0,09
Piso 0- Circulação	3120	3							56				2,10
Piso 0- Bar dos Trabalhadores	1170	1								7			0,63
Piso 0- WC	780		3						10				0,42
Piso 1- Gabinetes	3120									85			7,50
Piso 1- Bastidores (Climatizada)	104									2			0,18
Piso 1- Circulação	3120								54				2,00
Piso 1- WC	780		4						9				0,40
Piso 2- Gabinetes	3120									74			6,53
Piso 2- Circulação	3120	3							25				0,95
Piso 2- WC	780		2						9				0,37
Piso 3- Gabinetes	3120									57		17	5,62
Piso 3- Circulação	3120	3							25				0,95
Piso 3- Copa + WC's	780		4						11	2			0,65
Piso 3- Exterior	3367					4							0,06
Caixa Maq. Elevadores	52			1	2								0,18
Caixa de escadas	780	13		13									0,57
Elevadores	3120										6		0,02
Exterior	3367							13					0,31
<b>TOTAL</b>		<b>26</b>	<b>14</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>13</b>	<b>199</b>	<b>307</b>	<b>6</b>	<b>17</b>	<b>38,41</b>

F - fluorescentes tubulares; FC - fluorescentes compactas; Hal- halogéneo; BE - balastro eléctrico;

De forma elucidativa, os dois seguintes gráficos representam a divisão e repartição da potência instalada pelo tipo de lâmpada.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Gráfico 2 - Potência instalada e repartição por zona [19].

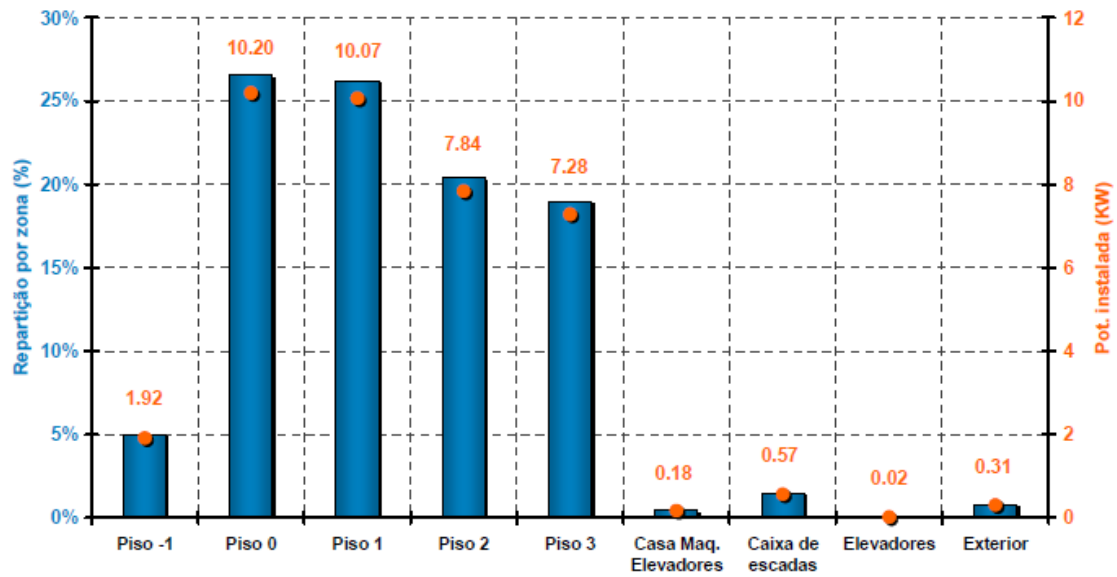
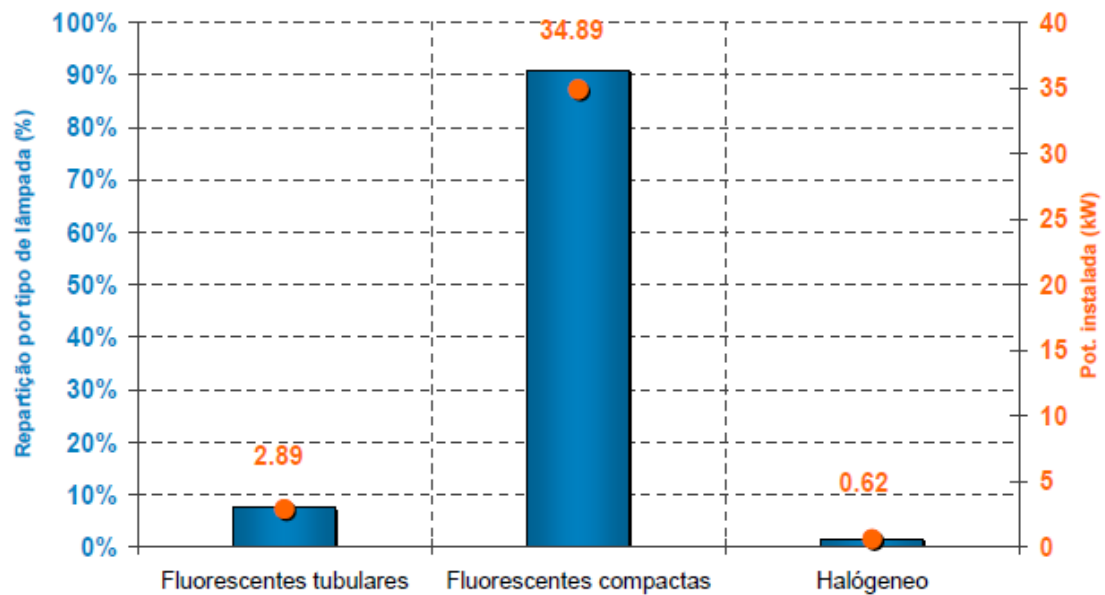


Gráfico 3 - Potência instalada e repartição por tipo de iluminação [19].



### Medições Elétricas

Como executado anteriormente no QGBT, na saída da climatização, foi feita a medição na saída do QGBT mas referente à iluminação, durante um período mínimo de 24 horas, permitindo-nos analisar os perfis de funcionamento da iluminação do edifício.

Esta análise pode ser observada pelo gráfico seguinte.

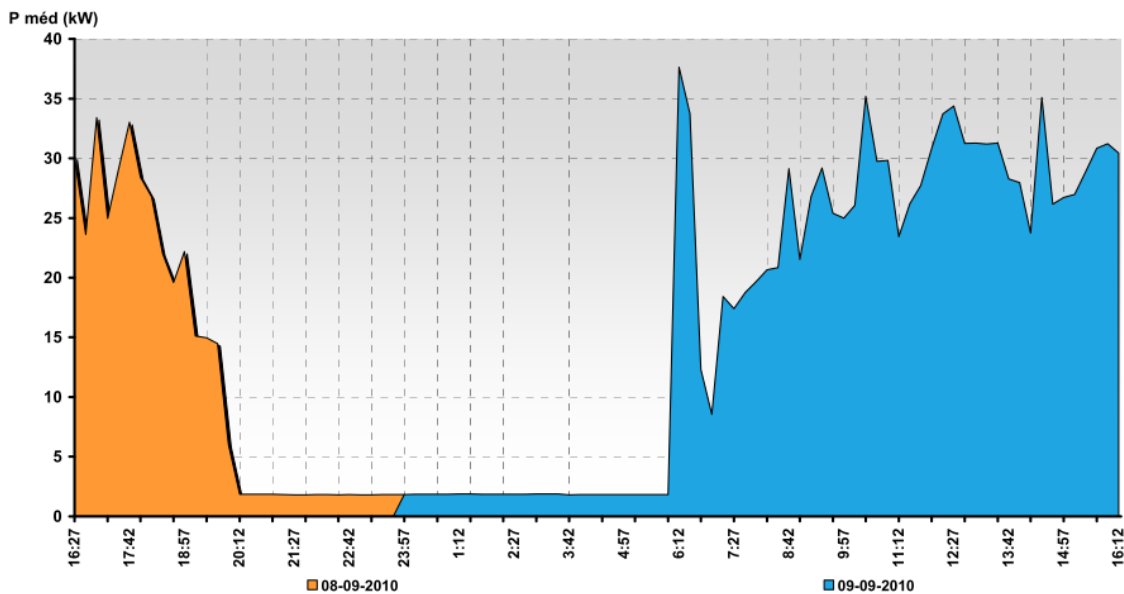


Gráfico 4 - Saída do QGBT [19].

Através do diagrama acima, verifica-se que a potência tomada é superior entre as 08h00 e as 18h00, o que corresponde ao período de funcionamento dos escritórios, apesar de existir consumo a partir das 6h00 até às 19h30. O pico de consumo às 6h00 é da responsabilidade do arranque dos equipamentos de climatização, como se constatou no capítulo das medições elétricas da climatização.

Deduzindo a este diagrama de cargas a potência absorvida pela Climatização obtém-se o seguinte diagrama de cargas:

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

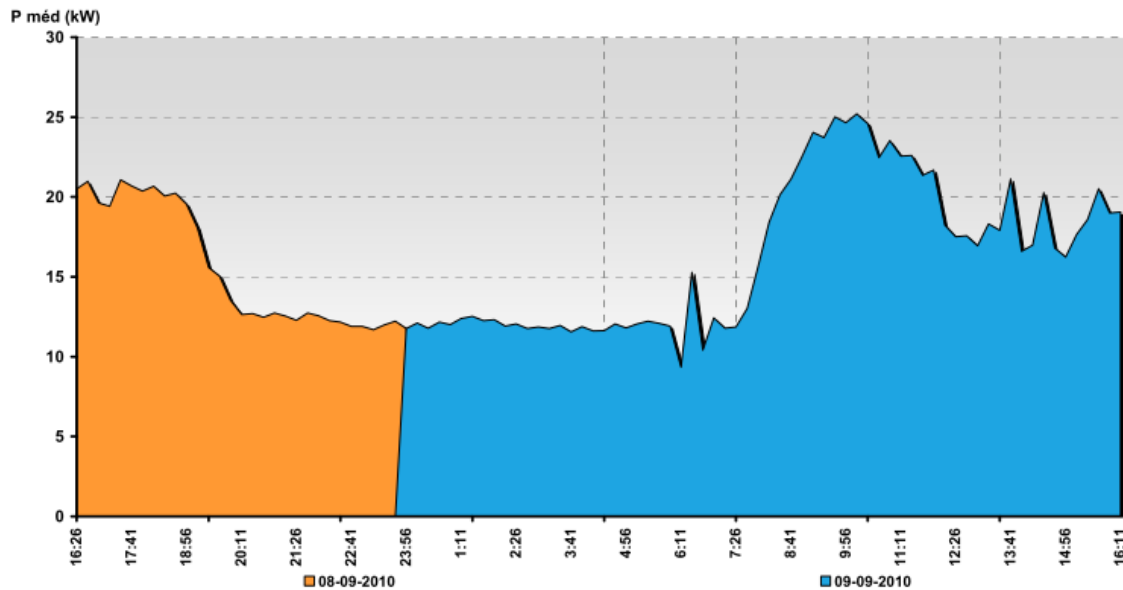


Gráfico 5 - Gráfico QGBT – Climatização [19].

No diagrama acima, é possível observar o período de funcionamento dos escritórios se estendeu entre as 7h30 e as 19h30.

Dentro deste período a potência tomada média foi de 20 kW. Fora deste período a potência tomada apresenta um valor médio de 12,1kW.

### Consumo de Energia

O sector da iluminação apresenta-se como o segundo maior consumidor de energia neste edifício. Estima-se que o consumo anual da iluminação ronde os 108 MWh, o que representa cerca de 38% do consumo total da instalação [19].

### Equipamentos

Além dos equipamentos de climatização mencionados anteriormente, existem outros que devem ser referenciados, agrupando-os em três grupos:

- Sistemas informáticos e de telecomunicações: computadores, monitores, impressoras, servidores, equipamentos ativos dos bastidores, entre outros;
- Movimentação de pessoas: elevadores;

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

- Restantes equipamentos: ventiladores de extração dos sanitários, da cafeteria/bar, das zonas técnicas e estacionamento; termoacumuladores, eletrodomésticos da copa (máquinas de café, frigoríficos, micro-ondas).

### Sistemas informáticos

No piso 1 existe uma sala de bastidores onde estão localizados os servidores, alimentados através de uma unidade ininterrupta de energia, UPS. No piso 0 está localizada uma central de telecomunicações. Para além destes sistemas centralizados existem os equipamentos de informática e audiovisuais individuais, nomeadamente, computadores, monitores, impressoras, faxes, etc. Nos quadros seguintes apresenta-se o levantamento dos equipamentos individuais de informática e audiovisuais identificados.

Tabela 8 - Número de equipamentos informáticos e audiovisuais.

Equipamentos					
	Piso 0	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Total
Computadores	20	26	6	6	58
Impressoras	7	10	4	3	24
Digitalizadores		2		1	3
Fax				1	1
Projetores				1	1
Fotocopiadoras	1	2		1	4
Televisores	2				2

### Medições elétricas

No gráfico abaixo pode ver-se a evolução da potência absorvida pela UPS, entre as 16h28m de dia 8 de Setembro e as 16h13m de 9 de Setembro, com um período de integração de 15 minutos.

A partir da análise do gráfico conclui-se que a potência tomada é mais ou menos estável não sendo perceptível qualquer alteração no horário de funcionamento, visto que o Q. UPS não alimenta os computadores existentes no edifício. Além disto, a potência tomada apresenta um mínimo de 2,2 kW e um máximo de 2,3 kW, sendo a média cerca de 2,25 kW [19].

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

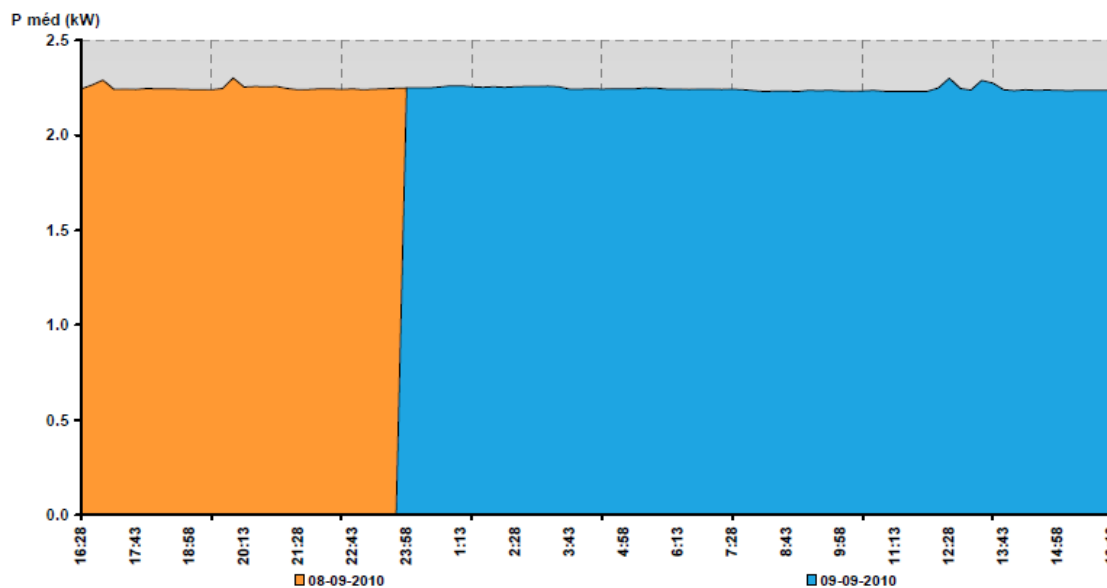


Gráfico 6 - Evolução da potência absorvida - UPS [19].

### Movimentação de pessoas

Existem 2 elevadores que, para além das escadas, garantem a comunicação entre os pisos. A sua alimentação elétrica é feita a partir do Quadro da Casa das Máquinas existentes; localizadas no terraço do piso 3, para os dois que circulam desde do piso -1 (Garagens) ao 3.

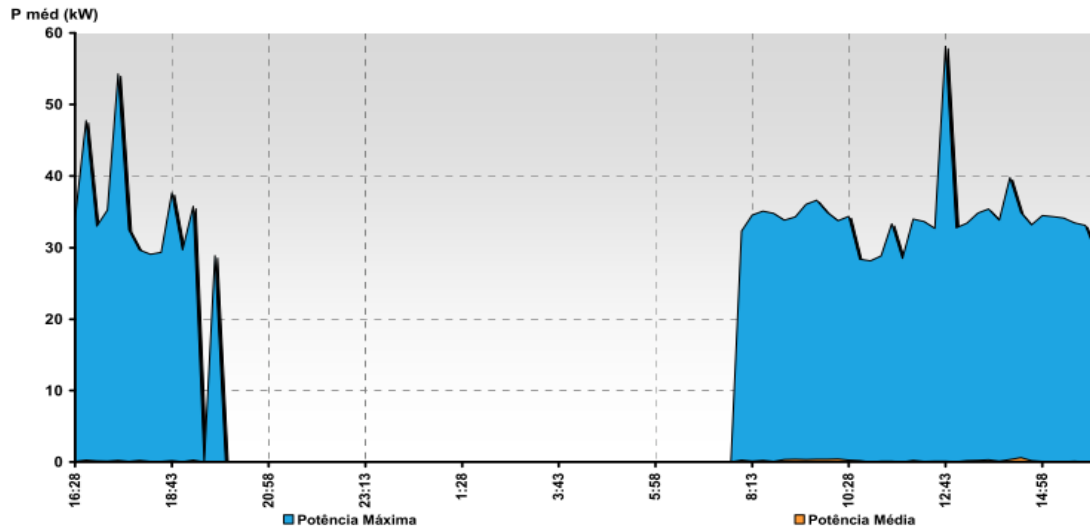
Tabela 9 - Características dos elevadores [19].

Elevadores	
Pisos	Todos
Marca	THYSSEN
Modelo	W-136C
Quantidade (un)	2
Potência (kW)	5,2
Frequência	50

Procedeu-se à análise da evolução da potência absorvida pelos elevadores referidos, entre as 16h28m do dia 8 de Setembro às 16h13 do dia 9 de Setembro, com um período de integração de 15 minutos. Uma vez que os períodos de funcionamento dos elevadores são de duração reduzida, com a representação da potência máxima consegue-se evidenciar a

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

potência real absorvida apenas durante o funcionamento destes equipamentos, sem ter em conta os tempos de paragem.



Da análise do gráfico observa-se que:

Gráfico 7 - Evolução da potência pelos elevadores [19].

- Os elevadores efetuam várias viagens durante o dia, entre as 8h00 e as 19h45;
- O pico de potência tomada atingiu aproximadamente 58 kW, embora os valores médios sejam muito mais baixos, o que significa que existem muitos períodos de paragem;
- No período noturno como seria de esperar não existe qualquer consumo.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

### Restantes equipamentos

Para além dos equipamentos já referidos existem ainda:

Tabela 10 - Restantes equipamentos

Equipamentos			
	Piso 0	Piso 1	Total
Máquina de café	1		1
Moinho de café	1		1
Forno elétrico	1		1
Torradeira elétrica	1		1
Frigorífico	1	1	2
Máquina de lavar loiça	1		1
Microondas	1		1
Arca frigorífica	2		2
Máquina de café (1260 W)		1	1

A extração das instalações sanitárias é feita por 1 ventilador independente localizado na cobertura do piso 3. O mesmo acontece na garagem.



Figura 8 - Ventilador de extração dos WC's (Fonte: Autor).

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro



Figura 9 - Ventilador de extração da garagem (Fonte autor).



Figura 10 - Exaustão da garagem para o exterior (Fonte: autor).

Tabela 11 - Características dos ventiladores de extração [19].

Equipamentos	Ventiladores de Extração			
Tipo	VEX2	VE3	VE	VE
Quantidade (un)	1	1	1	1
Localização do equipamento	QBGT- Piso -1	Bombagem de incêndio Piso -1	Cobertura	Sala -1.06
Local a extrair	QBGT- Piso -1	Garagens	WC's	Sala -1.06
Marca	S&P	AAB	Sandometal	S&P
Velocidade de rotação (rpm)	n.d	1300	891	n.d
Caudal (m <sup>3</sup> /h)	n.d	n.d	2790	n.d
Potência ventiladora (kW)	0,03	n.d	0,37	0,03

Os equipamentos de produção de água quente sanitária existentes são termoacumuladores elétricos, existindo no edifício ao todo 3 termoacumuladores.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Nomeadamente um na instalação sanitária/vestiário situado no piso -1, e os outros dois, nas instalações sanitárias dos homens no rés-do-chão e no piso 2. O termoacumulador do rés-do-chão abastece, também, a cafetaria/bar dos trabalhadores.

Refere-se a existência ainda de um chuveiro no piso -1 do edifício.

Tabela 12 - Características dos termoacumuladores [19].

Termoacumuladores				
Quantidade	un	1	1	1
Local		Piso -1	R/C	Piso 2
Marca		VicoTermo	Volmar	VicoTermo
Capacidade	L	20	80	100
Frequência	Hz	50	50	50
Potência	W	1200	1500	1200
Tensão	V	220	220	220

### Consumo de Energia

O sector dos Equipamentos apresenta-se como o menor consumidor de energia deste edifício apesar do regime contínuo de funcionamento que os caracteriza. O consumo deste sector é cerca de 48 MWh/ano, ao qual corresponde uma percentagem de 17% do consumo total [19].

O consumo de água quente sanitária do termoacumulador da cafetaria foi determinado a partir do número médio de refeições diárias servidas (8) e tendo em conta o consumo médio de AQS para um restaurante de 5l/refeição, de acordo com o RCCTE. O consumo de água quente sanitária dos restantes termoacumuladores foi determinado a partir do número de funcionários do edifício (55) e tendo em conta o consumo médio de AQS para um edifício de escritórios de 3l/pessoa, de acordo com o RCCTE. Note-se que se utilizaram indicadores obtidos através do RSECE, e em alguns casos justificadas do RCCTE (como é o caso presente) pelo facto de o certificado energético do edifício ter sido emitido quando vigorava o RSECE.

Concluiu-se que o consumo anual da produção total de AQS corresponde a 4773 kWh/ano.

Em todos os casos foi considerado um rendimento dos termoacumuladores elétricos de 0,7, uma vez que as tubagens de AQS não estavam isoladas e não há conhecimento do nível de isolamento dos termoacumuladores [19].

## **Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro**

### **Serviços de Energia**

#### Alimentação de Energia

O fornecimento de energia elétrica ao edifício é feito através de uma alimentação em Baixa Tensão Especial, a partir de um posto de transformação, existente no piso -1 do edifício. Sendo que a partir do Quadro Geral de Entrada localizado no piso -1, são alimentados todos os quadros parciais existentes no edifício.

Não houve acesso aos transformadores por isso as características do transformador não foram recolhidas.

#### Serviços de Emergência

##### Unidade Ininterrupta de Energia

Os sistemas informáticos existentes no edifício, em virtude das suas especificidades e aplicações críticas, necessitam de uma alimentação de energia elétrica com qualidade e fiabilidade, sem eventuais falhas de energia, variações de tensão, sobrecargas, micro-cortes, picos de tensão, variações de frequência e transitórios.

Como já apresentado as condições mencionadas são asseguradas com recurso a uma unidade ininterrupta de energia, UPS, numa sala localizada no piso 1.

#### Medições elétricas

De seguida apresenta-se um quadro com o resumo das medições elétricas realizadas e a contribuição, em percentagem, de cada equipamento medido, em relação ao consumo total do edifício.

Tabela 13 - Tabela resumo [19].

Medição	Início		Fim		Tempo de medição (horas)	Potência Ativa Méd (kW)	Energia Ativa (kWh)	Energia Reativa (kVarh)	Cos $\varphi$ Méd	Repartição sobre o Consumo Total
	Data	Hora	Data	Hora						
QGBT	08/09/2010	16:26	09/09/2010	16:11	23.8	31.9	766	456	0.889	102.00%
Elevadores	08/09/2010	16:28	09/09/2010	16:13	23.8	16.9	2	5	-0.16	0.30%
Climatização	08/09/2010	16:27	09/09/2010	16:12	23.8	15.8	380	350	0.79	50.60%
UPS	08/09/2010	16:28	09/09/2010	16:13	23.8	2.2	54	139	0.422	7.20%
Contador EDP	08/09/2010	16:28	09/09/2010	16:30	24	-	760	-	-	100.00%

### 3.2- Análise Climática da Região onde se Encontra o Edifício

Através da observação e comparação dos valores de elementos climáticos médios de uma dada região, num período de 30 anos, é possível caracterizar climaticamente a região em estudo. Esta convenção é determinada pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), designando-se valor normal de um elemento climático o valor médio correspondente a um número de anos suficientemente longo para se admitir que o mesmo representa o valor predominante daquela região. Estes valores estipulados designam-se por normais climatológicas, na qual têm início no primeiro ano de cada década (e.g., 1901-1930, 1931-1960), entre outros. Apesar de existirem as normais climatológicas de referência, podem-se ainda utilizar-se normais climatológicas nos períodos intercalares (e.g., 1951-1980, 1971-2000), entre outros. As normas em causa podem ser obtidas e clarificadas com recurso ao Instituto Português do Mar e Atmosfera (Fonte IPMA).

Para se proceder à caracterização do clima em Portugal, as normais climatológicas disponíveis são do período de 1971-2000, tendo sido adotada a classificação de Köppen-Geiger, correspondendo à última revisão de Köppen em 1936. Os resultados obtidos pela cartografia permite identificarmos o tipo de clima distribuído pelo território Nacional, que aparentemente apresenta um clima temperado, Tipo C (Fonte IPMA).

De seguida identifica-se as seguintes variedades climáticas, podendo ser visualizadas na figura 11:

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Csa – Clima temperado com Verão quente e seco nas regiões interiores do vale do Douro, bem como as regiões a sul do sistema montanhoso Montejunto-Estrela (Exceto no litoral Oeste do Alentejo e Algarve).

Csb – Clima temperado com Verão seco e suave em quase todas as regiões a Norte do sistema montanhoso Montejunto-Estrela e nas regiões do litoral Oeste do Alentejo e Algarve.

Bsk – Clima árido no distrito de Beja.

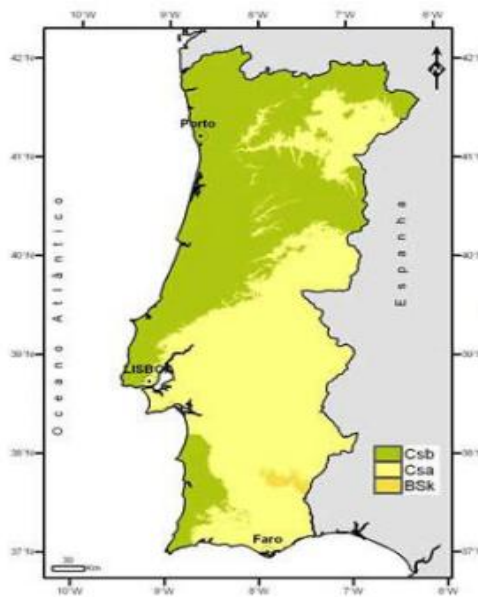


Figura 11 – Portugal (Fonte: IPMA)

O caso a ser estudado encontra-se localizado na cidade de Faro, onde mesmo encontra-se num clima temperado com verão quente e seco (Csa), como se pode verificar na figura 11, cujos valores de temperaturas são apresentados na tabela 14 e no gráfico 8. (Fonte IPMA).

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Tabela 14 - Temperatura do ar, normais climatológicas (Fonte: IPMA).

Temperatura no ar, Normais climatológicas - Faro (1971-2000)												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temp. Máx. (°C)	21.2	25.6	28.9	30.1	33.8	37.1	39.8	39.4	37.4	33.3	28.8	25.4
Temp. Min. (°C)	-1.2	-1.2	1.8	3.6	5.6	7.4	10.5	11.6	9.9	6	2.2	-1.4
MédiaTemp. Máx. (oC)	16.1	16.8	18.7	20	22.4	25.6	29	28.8	26.9	23.1	19.7	17.1
Média Temp. Min. (°C)	7.3	8.2	9.2	10.5	12.7	15.9	18.2	18.5	17	14.3	11.1	9.3
Média Temp. Média. (°C)	11.7	12.5	13.9	15.2	17.6	20.7	23.6	23.7	22	18.7	15.4	13.2

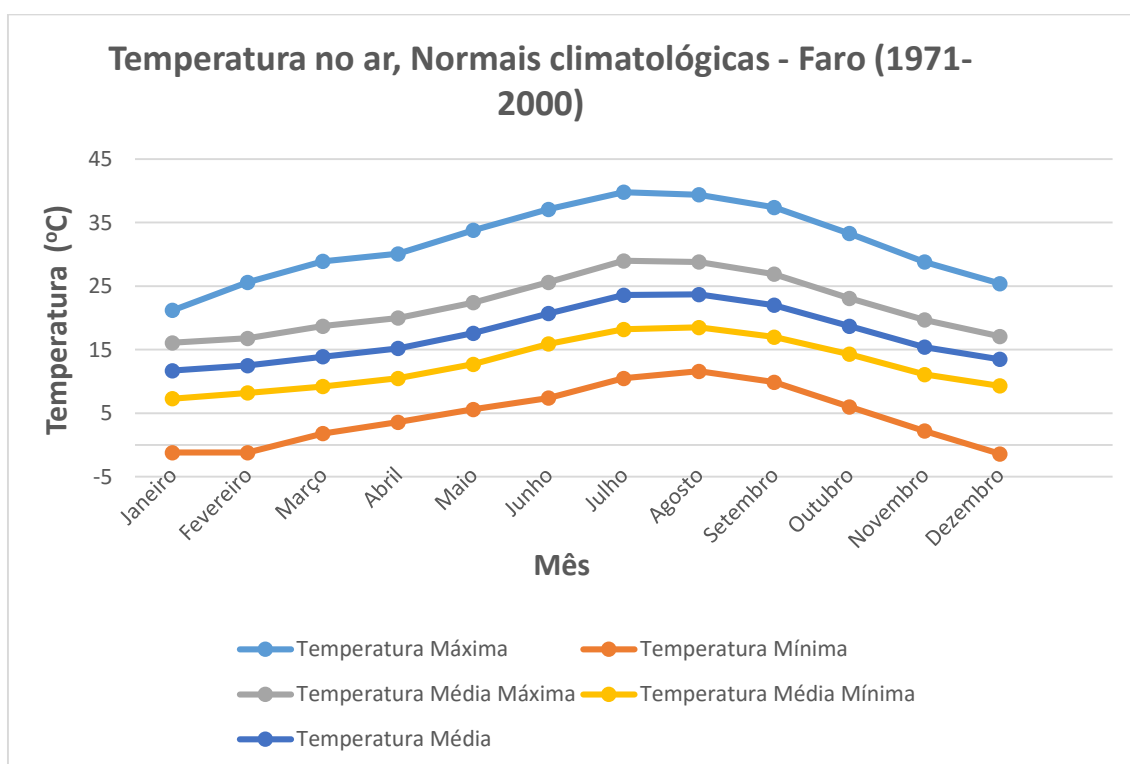


Gráfico 8 - Gráfico da temperatura do ar (Fonte: IPMA).

### 3.3- Análise Energética do Edifício

No que respeita à análise energética do edifício, o consumo de energia foi baseado na sua faturação, de uma forma geral é apresentado o consumo médio mensal no gráfico 9 bem como o seu custo associado no gráfico 10.

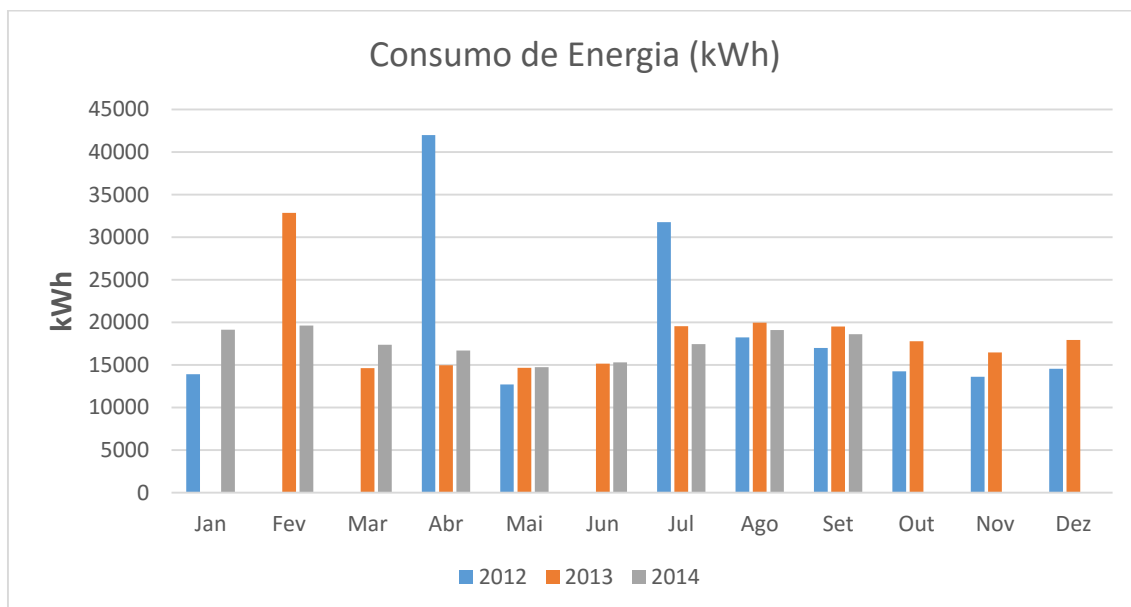


Gráfico 9 - Consumo real mensal do edifício em kWh.

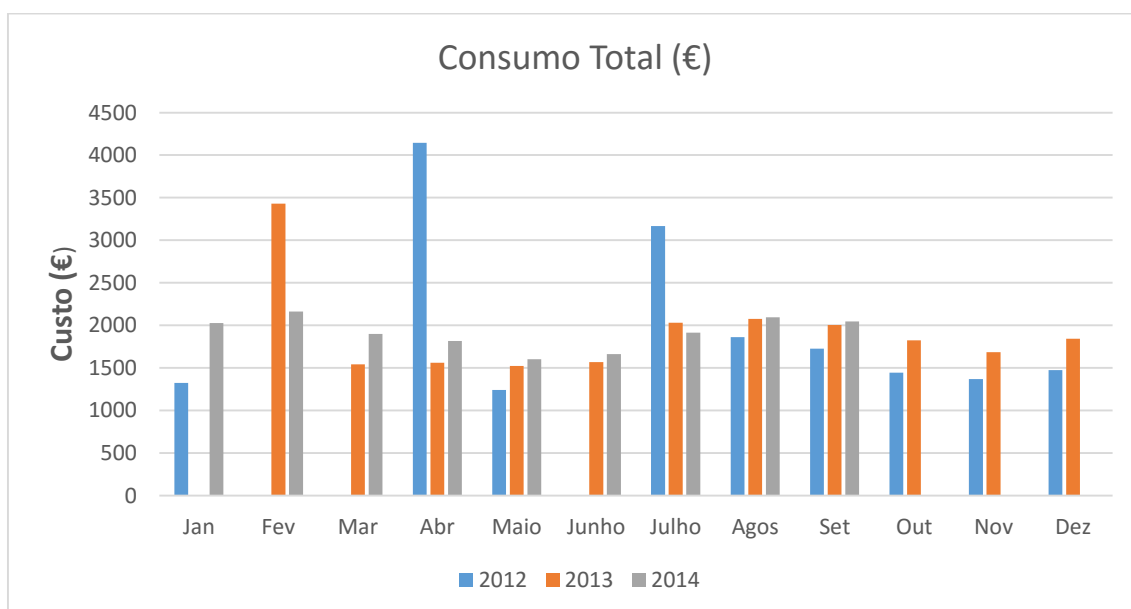


Gráfico 10 - Custo real mensal do edifício em euros.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

### Avaliação dos Poluentes e Qualidade do Ar Interior

No âmbito da constituição e caracterização energética do edificado, foi feita uma avaliação da Qualidade do Ar Interior (QAI) com o estudo e análise da concentração de poluentes no edifício.

Neste caso os valores de referência são: Temperatura de 20°C, para a estação de aquecimento, e Temperatura 25°C e Humidade 50%, para a estação de arrefecimento (Valores de humidade optemos para a QAI: 40% - 60%) [20].

Deve ser salientado que as medições foram realizadas no dia 8 de Setembro de 2010, entre as 09.00h e as 18.00h, com dia se sol. Isto para fundamentar que toda a abordagem de análise foi executada segundo a legislação em vigor à data de 2010, ou seja, a metodologia aplicada tem o objetivo de cumprimento dos requisitos definidos na Nota Técnica NT-SCE-02 de Março de 2009, publicada pela ADENE (Agência para a Energia), bem como os valores limites de referência presentes no Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios [20].

Com estes ensaios pretende-se apenas apresentar os resultados obtidos para todos os parâmetros avaliados.

#### Equipamento Avaliado

Para este estudo foi utilizado o seguinte equipamento:

Tabela 15 - Equipamento utilizado [20].

Parâmetro	Equipamento
Temperatura, Humidade Relativa Dióxido de Carbono, CO <sub>2</sub> / Monóxido de Carbono, CO	Testo 435-2, Marca Testo
Ozono, O <sub>3</sub>	Monitor de Ozono, Série 200, aeroqual
Formaldeído, HCOH	Formaldemeter htV, Marca PPM
Partículas Suspensas no Ar, PM <sub>10</sub>	EPAM 5000, Marca Hazdust
Compostos Orgânicos Voláteis, COV's	Analizador 2020 ppb PRO, Photovac
Microrganismos, Bactérias e Fungos	Modelo SAS IAQ, Marca PBI
Legionella	Frasco de Colheita em polietileno

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

### Locais de Medição

De seguida apresenta-se a localização dos pontos de medição.

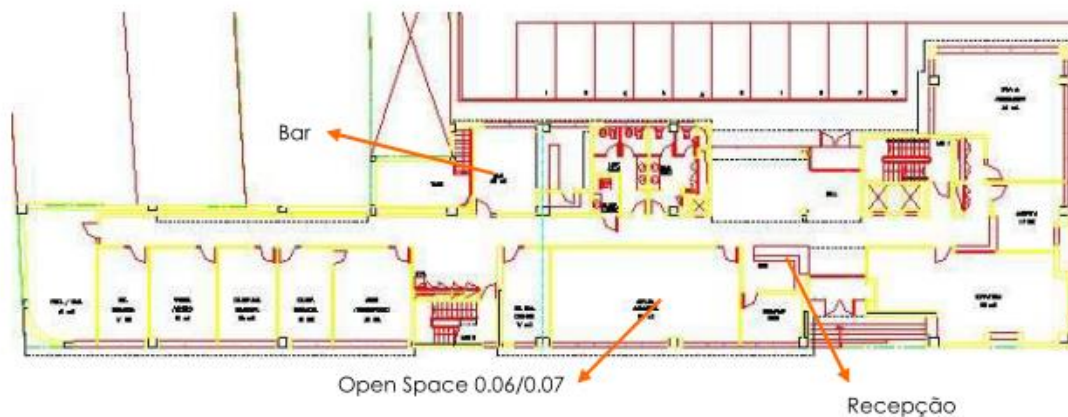


Figura 12 - Pontos de Medição no Piso 0 [20].



Figura 13 - Pontos de Medição no Piso 1 [20].



Figura 14 - Pontos de Medição no Piso 2 [20].

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro



Figura 15 - Pontos de Medição no Piso 3 [20].

De seguida apresentam-se para os locais avaliados, os valores obtidos, no dia 8 de Setembro de 2010, de Temperatura, Humidade relativa e Pressão do ar interior. Foi também avaliado um ponto no exterior para efeitos de comparação com os valores encontrados nos locais avaliados.

Tabela 16 - Resultados da Temperatura, Humidade Relativa e Pressão [20].

Ponto de Medição	Temperatura	Humidade relativa	Pressão
	°C	%	kPa
Exterior- 8 de Setembro	25,5	41,8	101,6
Recepção	26,6	41,8	101,7
Bar- Piso 0	24,7	47,3	101,6
Open Space 0.06/0.07- Piso 0	25,5	45,6	101,7
Gabinete 1.04- Piso1	27,0	45,6	101,5
Gabinete 1.08- Piso1	26,2	47,2	101,5
Gabinete 1.13- Piso1	26,0	45,6	101,5
Open Space 2.02- Piso 2	26,0	45,5	101,5
Gabinete 2.05/2.06- Psio 2	25,8	45,5	101,5
Gabinete 2.07- Piso 2	25,5	48,2	101,5
Sala de Reuniões 3.08- Piso3	26,7	37,9	101,5
Gabinete 3.02- Piso 3	25,7	43,3	101,5

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Resultados obtidos

Tabela 17 - Resultados obtidos para as partículas de PM10, CO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, CHO<sub>2</sub> e COV's [20].

Ponto de medição							Tipo de pavimento/ mobiliário
	PM <sub>10</sub>	CO <sub>2</sub>	CO	Ozono	Formaldeído	COV's	
Exterior- 8 de Setembro	0,05	612	0,0	0,1	0,0	0,0	-
Receção	0,03	646	0,0	0,1	0,0	0,0	Tijoleira/ Metálico e aglomerado de madeira
Bar- Piso 0	0,04	698	0,0	0,1	0,0	0,0	Tijoleira/ Metálico e aglomerado de madeira
Open Space 0.06/0.07- Piso 0	0,02	729	0,0	0,1	0,0	0,0	Tijoleira/ Metálico e aglomerado de madeira
Gabinete 1.04- Piso1	0,02	881	0,0	0,1	0,0	0,0	Tijoleira/ Metálico e aglomerado de madeira
Gabinete 1.08- Piso1	0,02	793	0,0	0,1	0,0	0,0	Tijoleira/ Metálico e aglomerado de madeira
Gabinete 1.13- Piso1	0,03	789	0,0	0,1	0,0	0,0	Tijoleira/ Metálico e aglomerado de madeira
Open Space 2.02- Piso 2	0,03	659	0,0	0,1	0,0	0,0	Tijoleira/ Metálico e aglomerado de madeira
Gabinete 2.05/2.06- Psio 2	0,03	662	0,0	0,1	0,0	0,0	Tijoleira/ Metálico e aglomerado de madeira
Gabinete 2.07- Piso 2	0,02	802	0,0	0,1	0,0	0,0	Tijoleira/ Metálico e aglomerado de madeira
Sala de Reuniões 3.08- Piso3	0,02	700	0,0	0,1	0,0	0,0	Tijoleira/ Metálico e aglomerado de madeira
Gabinete 3.02- Piso 3	0,02	676	0,0	0,1	0,0	0,0	Tijoleira/ Metálico e aglomerado de madeira
<b>Concentração Máxima de Referência (CMR) mg/m<sup>3</sup></b>	<b>0,15</b>	<b>1800</b>	<b>1800</b>	<b>12,5</b>	<b>0,1</b>	<b>0,6</b>	

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

### Microrganismos- Fungos e Bactérias

Tabela 18 - Data de colheita e data inicial e final do ensaio [20].

Parâmetro	Data de Colheita	Data Inicial do Ensaio	Data Final do Ensaio
Bactérias a 37 °C	08/09/2010	09/09/2010	14/09/2010
Fungos a 27 °C	08/09/2010	09/09/2010	14/09/2010

Tabela 19 - Resultados obtidos referentes a Bactérias e Fungos [20].

Ponto de Medição	Método de colheita	Método de análise	Concentração obtida-bactérias	Concentração obtida-fungos	CMR
			UFC/m <sup>3</sup>		
Exterior- 8 de Setembro	Impacto em meio semi-sólido	EN 13098:2001	160	193	-
Recepção			273	90	500
Bar- Piso 0			173	93	500
Open Space 0.06/0.07- Piso 0			207	3	500
Gabinete 1.04- Piso1			210	17	500
Gabinete 1.08- Piso1			147	10	500
Gabinete 1.13- Piso1			167	33	500
Open Space 2.02- Piso 2			80	10	500
Gabinete 2.05/2.06- Psio 2			100	10	500
Gabinete 2.07- Piso 2			120	20	500
Sala de Reuniões 3.08- Piso3			267	57	500
Gabinete 3.02- Piso 3			440	20	500

No quadro seguinte apresentam-se os resultados obtidos para cada parâmetro avaliado e o respetivo valor máximo de referência.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Tabela 20 - Valores máximos das concentrações medidas e valores de referência [20].

Parâmetro	Concentração Obtida	Concentração Máxima de Referência (CMR)
PM <sub>10</sub>	0,04 mg/m <sup>3</sup>	0,15 mg/m <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub>	881 mg/m <sup>3</sup>	1800 mg/m <sup>3</sup>
CO	0,0mg/m <sup>3</sup>	1800 mg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	0,1 mg/m <sup>3</sup>	0,2 mg/m <sup>3</sup>
HCHO	0,0 mg/m <sup>3</sup>	0,1 mg/m <sup>3</sup>
COV's	0,0 mg/m <sup>3</sup>	0,6 mg/m <sup>3</sup>
Bactérias	440 mg/m <sup>3</sup>	500 UFC/m <sup>3</sup>
Fungos	93 UFC <sup>3</sup>	500 UFC/m <sup>3</sup>
Legionella	Não detetada	100 UFC/L

Tabela 21 – Resultados obtidos de Legionella [20].

Data da colheita	08/09/2010		
Data inicial do ensaio	09/09/2010		
Data final do ensaio	20/09/2010		
Ponto de medição	Método de análise	Concentração obtida- Legionella	CMR
		UFC/L água	
Chuveiro Femenino Piso -1	ISSO 11731-2:2004	Não detetada	100

### Conclusão

Face aos resultados apresentados e tendo em consideração a legislação de referência verificou-se que, para todos os pontos de medição, as concentrações de PM<sub>10</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, HCHO, COV's, Bactérias, Fungos e Legionella encontram-se inferiores à respetiva concentração máxima de referência (CMR) [20].



## **4- Comportamento energético do edifício**

### **4.1- Building Information Modeling - BIM**

A caracterização e avaliação dos consumos energéticos do edifício têm por base, como enunciado anteriormente, um programa denominado REVIT, uma ferramenta BIM, ou seja, um programa que tem em conta todas as competências, variáveis e especialidades inerentes a um projeto, agrupando-as em simultâneo, com todas as vantagens que deste facto advêm. O modelo é gerado pelos diferentes intervenientes em diferentes plataformas, objetivando no futuro que a interoperabilidade de dados seja uma realidade de um trabalho que se espera cada vez mais colaborativo.

*Building Information Modeling* (BIM) é por definição um modelo de informação digital, formado pelos objetos que constituem a obra, replicando assim características de forma, performance e relações entre os diferentes elementos da estrutura. Estas ferramentas permitem criar entidades, fazendo-lhes corresponder grandes quantidades de informação, importantes para as diferentes especialidades de projeto, desde as estruturas, à gestão de projeto e planeamento da obra [21].

A ferramenta BIM é um modelo de simulação virtual, sendo assim, é possível extrair as vantagens e a melhoria de rendimento na execução de projetos, de qualquer espécie, dos diferentes intervenientes da construção. A principal vantagem advém da simultaneidade de processos e a possibilidade de deteção de erros e omissões de forma muito mais eficaz, prática e numa fase preliminar do processo.

O BIM torna-se então uma evolução dos softwares conhecidos de representação 3D de um projeto, passando a ter associado ao desenho, informação completa sobre todas as suas componentes. A tendência caminha para que os estudos de projeto e a criação destas simulações seja associada ao fator tempo, acrescentando assim uma nova dimensão ao modelo (4D) ou de uma forma ainda mais completa, são acrescentados os fatores financeiros/económicos, formando então uma quinta área de estudo (5D). Estas designações resultam de convenções e são comuns nos textos profissionais e académicos sobre BIM. [21].

## **Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro**

No fundo a utilização de ferramentas BIM no planeamento e trabalhos na construção faz com que todo o processo despenda menos tempo, menos custos, mais produtividade e eficiência, sendo expectável que esta aplicação tecnológica crie mudanças de mentalidades e processos tão enraizados no nosso país.

A obrigatoriedade do uso de BIM nos projetos está a ser implementado em vários países, dos quais o Reino Unido e os Estados Unidos de América concedendo algum tempo para efetuar as mudanças necessárias. As próprias indústrias de construção estão a colocar iniciativas para auxiliar os processos de mudanças.

No artigo escrito por Martin Day em 2011, 10% dos projetos no Reino Unido e 60% nos Estados Unidos da América estão a recorrer a BIM nos seus projetos

Apesar das obras produzidas pelo setor privado terem a decisão sobre o uso de BIM, os projetos e infraestruturas do governo irão forçar muitas empresas a investir nas novas formações e software. Uma mudança de posição no governo relativamente à adoção dessas novas ferramentas representa sem dúvida uma decisão de grande importância na indústria de construção civil [22].

Posto isto, o facto de a simulação ter sido realizada tendo por base um programa como o REVIT, uma ferramenta BIM, faz com que seja de extrema atualidade e com margem de progresso elevada num futuro próximo, pois sendo um conceito, de forma geral, pouco implementado a nível nacional, é cada vez mais implementado no estrangeiro, com especial amplitude no Estados Unidos da América e Reino Unido, com resultados bastante satisfatórios comprovando a eficácia deste conceito e ferramentas.

A simulação anteriormente mencionada está descrita em detalhe no anexo B.

## **4.2- Simulação Energética do Edifício no estado Atual**

Numa primeira fase de simulação do edifício em causa é caracterizada a situação atual deste, indo ao encontro dos consumos reais permitindo, assim, a classificação e atribuição da etiqueta de classe de desempenho energético em forma de “letra” que é emitida no Certificado de Desempenho Energético e da Qualidade do Ar Interior.

A atribuição desta classe de desempenho energético (“letra”) é realizada conforme o Índice de Eficiência Energética (IEE), que traduz o consumo nominal específico de um edifício, isto é, a energia necessária para o funcionamento do edifício durante um ano tipo, sob os padrões de funcionamento e por unidade de área.

É possível que o resultado dos valores de consumos energéticos, obtidos pela simulação, variem de alguma forma em relação aos valores reais devido a simplificações usadas do REVIT.

Nesta simulação foram considerados os horários reais de funcionamento do edifício, sistema de iluminação interior e exterior, a taxa de ocupação do edifício, as potências dos equipamentos instalados no interior do edifício assim como as características dos elementos construtivos e os dados climatológicos.

As simplificações que se realizam têm por base a implementação do sistema de AVAC e dos sistemas de climatização, pois não ocorre a possibilidade de simulação com o modelo exato que se encontra no edifício, sendo substituído por um sistema aproximado.

### **Arquivo Climático**

Existe uma densa base de dados climáticos de inúmeras cidades mundiais. Dados que incluem, entre outros, temperatura, humidade, vento, exposição solar, radiação. O projeto foi implementado na sua localização real, adquirindo assim as suas respetivas condicionantes climáticas.

### **Localização**

A localização é um dado de extrema importância pois além de implicar a definição climática, como acima enunciada, vai influenciar a escolha de materiais, opções e métodos construtivos

Latitude: 37,03°

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Longitude: 7.91

Fuso horário GMT + 00

### Elementos construtivos

Tabela 22 - Características dos elementos construtivos [23].

Elemento Construtivo	Coefficiente de transmissão térmica (W/m <sup>2</sup> °C)	Espessura (m)
Parede exterior	1,42	0,32
Parede Interior 1	2,30	0,19
Parede Interior 2	2,00	0,25
Cobertura	1,90	0,35
Pavimento térreo	1,79	0,45
Pavimento	2,00	0,35

### Envidraçados

Tabela 23 - Características dos envidraçados [23].

Elemento	Coefficiente de transmissão térmica (W/m <sup>2</sup> °C)	Espessura	Fator Solar
Envidraçado 1	5,54	0,03	0,48
Envidraçado 2	2,86	0,04	0,48

### Ganhos Internos

No desempenho total do edifício em estudo, o perfil de ocupação de cada espaço em termos de equipamentos, iluminação e utilização, possuem uma “fatia” bastante grande nos consumos anuais e desempenho energético do edificado. Normalmente estes fatores estão interligados, ou seja, o uso de equipamentos e iluminação será diretamente dependente de o número de pessoas presentes no espaço em causa, sendo que, em princípio, o uso diário é maior que o noturno, por possuir maior taxa de ocupação.

O perfil de ocupação estabelecido é de 68 pessoas em todo o edifício com taxa de ocupação de 0 a 1, isto é, em todo o dia útil de utilização o edifício não é ocupado na sua totalidade, podendo variar em várias horas do dia.

Iluminação: Coeficientes de simultaneidade entre 0 e 1.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Equipamentos: Coeficiente de simultaneidade entre 0 e 1. Nem todos os equipamentos do edifício se encontram ligados no mesmo período de tempo, havendo certos equipamentos desligados durante alguns períodos.

### Sistema AVAC

Neste estudo foi considerado um sistema de climatização centralizado, com chiller, e uma unidade de tratamento de ar que permite a ventilação e renovação de ar interior de forma mecânica com arrefecimento.

Com os parâmetros definidos procedeu-se à respetiva simulação, podendo-se obter diversos outputs, que podem ser encontrados em anexo, tais como o consumo anual de energia, podendo averiguar qual a percentagem de energia consumida por setor, percentagem de combustível consumida ao longo do ano, os picos de arrefecimento e aquecimento no edifício, na sua totalidade e por espaço através da análise dos dados extraídos das cargas de aquecimento e arrefecimentos.

O modelo de simulação deve ser validado comparando o valor de consumo obtido na simulação com o consumo do edifício a partir de valores presentes nas faturas energéticas, admitindo um desvio máximo de 10%, de acordo com a auditoria energética. Assim, é apresentada a comparação de consumo de energia do modelo de simulação com o valor apresentado no certificado energético.

Para os cálculos efetuados a partir desta fase foi considerado o custo de 0,14 €/kWh e área útil de pavimento de 2108.9 m<sup>2</sup>.

Para a realização da modelação o mais credível possível, foi necessário o reajuste da área útil na simulação, obtendo consumos anuais bastante aproximados entre o edifício e o modelo.

Tabela 24 - Variação do consumo de energia do modelo calibrado (Fonte: programa de simulação aplicado).

	Consumo Total de Energia (kWh/ano)	Custo Total de Energia (€)
Resultado na Simulação	290208	40629,12
Consumo Real (Certificado)	288263	40356,82
Variação	0,67%	

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

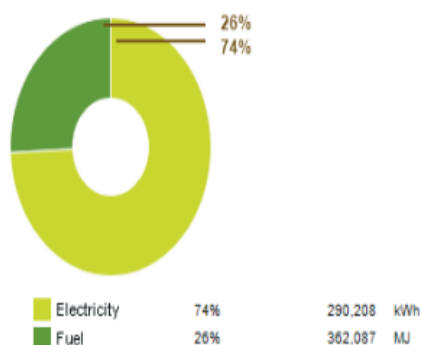


Gráfico 11 - Consumo de energia do modelo calibrado) Fonte: programa de simulação aplicado).

Ao considerar-se o desvio máximo admissível entre o consumo real faturado e o valor de consumo simulado, o valor da variação 0,67% é um valor coerente, podendo então considerar-se o modelo calibrado.

Na tabela seguinte apresentam-se os consumos mensais do modelo calibrado bem como da situação real faturada.

Tabela 25 - Consumos mensais de energia do modelo calibrado (Fonte: programa de simulação aplicado).

Mês	Consumo Total de Energia do Modelo Calibrado (kWh)	Consumo Total de Energia Real Faturado (kWh)
Janeiro	22316	24108
Fevereiro	18775	24390
Março	23639	23170
Abril	23756	23880
Maio	25674	21633
Junho	25469	23128
Julho	27588	23752
Agosto	29163	24363
Setembro	22238	23545
Outubro	25415	23248
Novembro	24321	24248
Dezembro	21854	23067
<b>TOTAL</b>	<b>290208</b>	<b>288263</b>
<b>Média</b>	<b>24184</b>	<b>24021.92</b>
<b>kWh/m2.ano</b>	<b>137.61</b>	<b>136.69</b>

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

### Monthly Electricity Consumption

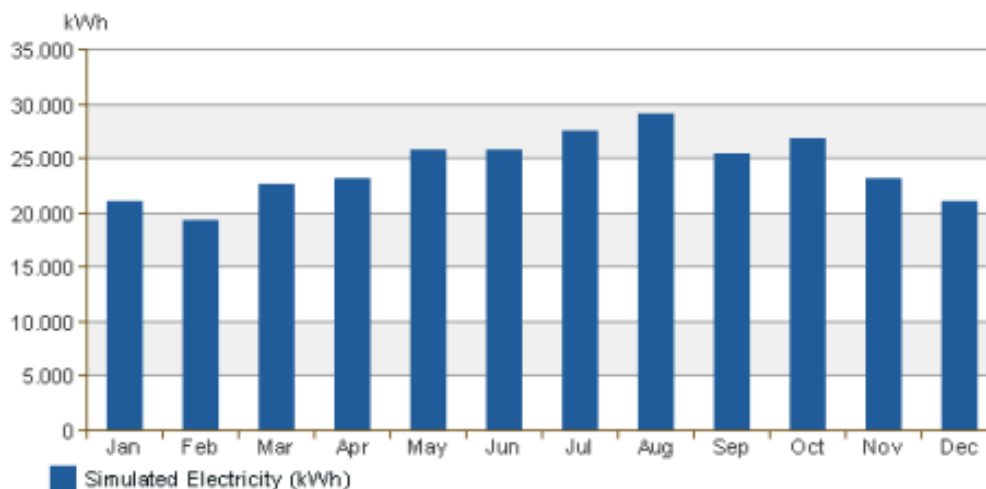


Gráfico 12 - Gráfico mensal comparativo (Fonte: programa de simulação aplicado).

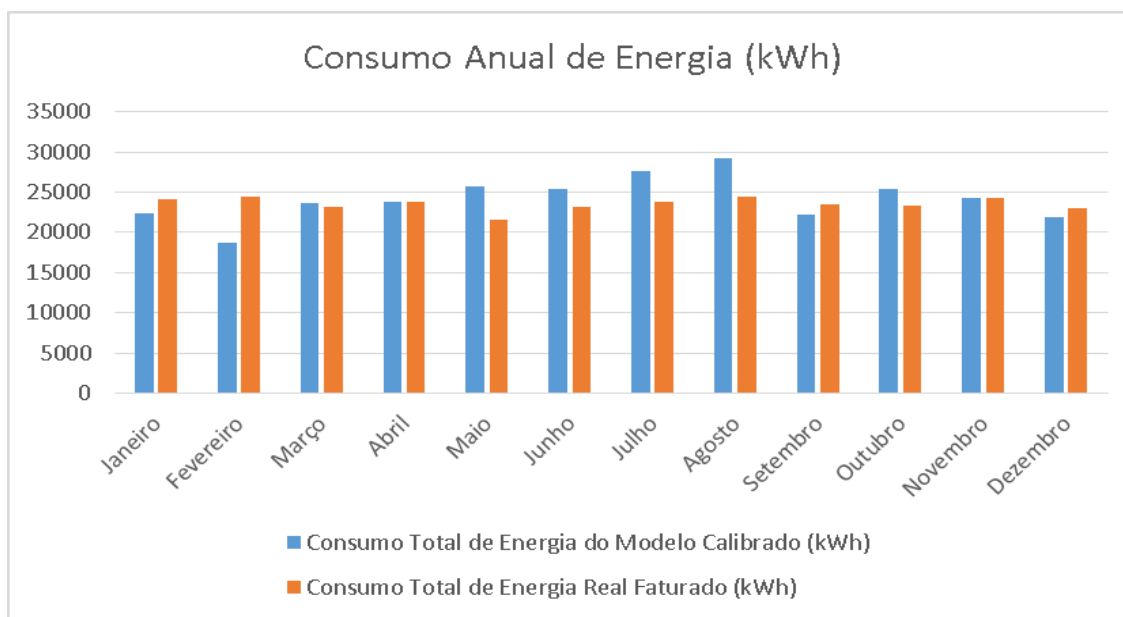


Gráfico 13 - Consumos de energia mensais do modelo calibrado vs real faturado.

De seguida apresenta-se a repartição dos consumos de energia do modelo calibrado nos principais setores em forma de tabela e graficamente.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Tabela 26 - Repartição dos consumos de energia do modelo calibrado nos principais sectores.

Setor	Consumo de Energia (kWh)	Custo (€)
Climatização	112772	15788,08
Iluminação	76011	10641,54
Equipamentos	101423	14199,22
<b>Total</b>	<b>290206</b>	<b>40628,84</b>

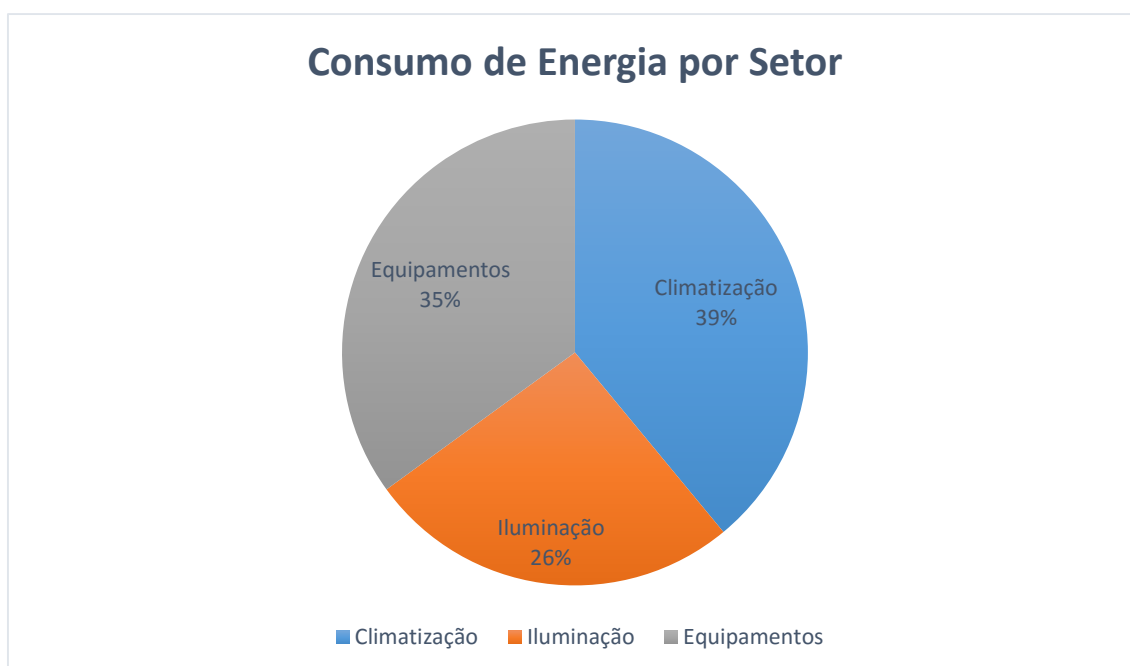


Gráfico 14 - Repartição da energia pelos principais sectores.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

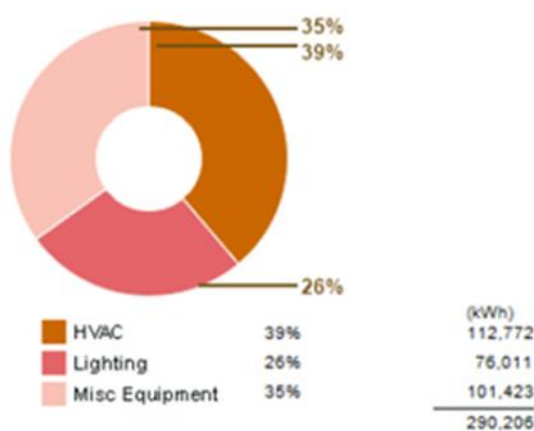


Gráfico 15 - Repartição da energia pelos principais sectores (Fonte: programa de simulação aplicado).

Na tabela seguinte apresentam-se os custos de energia mensais do modelo calibrado bem como da situação real faturada.

Tabela 27 - Custos de energia mensais do modelo calibrado e situação real.

Mês	Custo total do Modelo Calibrado (kWh)	Custo Total de Energia Real Faturado (€)
<b>Janeiro</b>	3124.24	3375.12
<b>Fevereiro</b>	2628.5	3414.6
<b>Março</b>	3309.46	3243.8
<b>Abril</b>	3325.84	3343.2
<b>Mai</b>	3594.36	3028.62
<b>Junho</b>	3565.66	3237.92
<b>Julho</b>	3862.32	3325.28
<b>Agosto</b>	4082.82	3410.82
<b>Setembro</b>	3113.32	3296.3
<b>Outubro</b>	3558.1	3254.72
<b>Novembro</b>	3404.94	3394.72
<b>Dezembro</b>	3059.56	3229.38
<b>TOTAL</b>	<b>40629.12</b>	<b>39554.48</b>

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

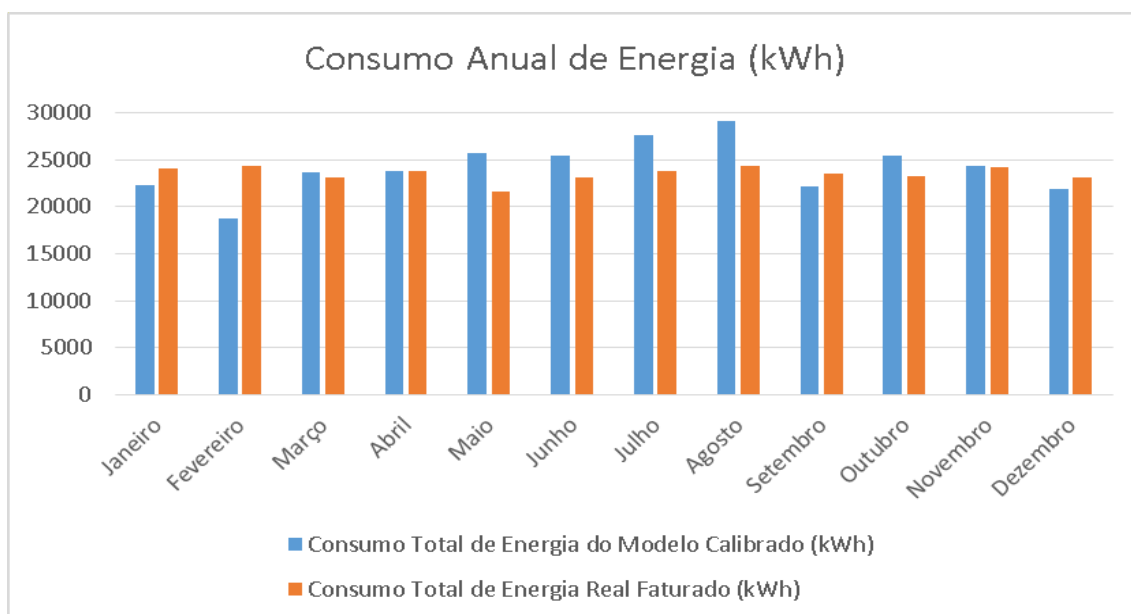


Gráfico 16 - Consumos de energia mensais do modelo calibrado e real faturado.

Realizada a simulação e tratados os outputs da mesma, é possível permitir a atribuição da Etiqueta de Desempenho Energético em forma de “letra”, emitido no Certificado de Desempenho Energético e da Qualidade do Ar Interior. A atribuição desta “letra” é feita para cada simulação que seja realizada.

Com esta simulação foi possível obter os resultados em baixo apresentados em forma de tabela.

Tabela 28 - Consumo nominal do modelo calibrado.

Setor	Consumo Energético (kWh/ano)	Fator de Conversão (kWh/kgep)	Fator de correção Climático	Energia primária (kgep/ano)	IEE (Kgep/m <sup>2</sup> .ano)
Climatização	112772	0,29	1.00	32703,88	39,91
Iluminação	76011	0,29	1.00	22043,19	
Equipamentos	101423	0,29	1.00	29412,67	
TOTAL	290206			84159,74	

Para a determinação do Índice de Eficiência Energética (IEE), tanto no modelo calibrado como nas soluções propostas, é usado um fator de conversão para que o consumo energético anual em kWh passe para um consumo de energia primária em Quilograma equivalente de petróleo (kegp) com o valor de 0,29.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Outro fator de correção utilizado é o de correção climática, que tem valores distintos para o setor de aquecimento e de arrefecimento. Todos estes fatores encontram-se conforme o Certificado Energético presente no anexo A.

Para determinação do IEE nominal do modelo calibrado, existe uma diferença na conversão do consumo anual para consumo nominal, na qual é devido ao fator de correção climática em que este valor toma o valor de 1,0 em vez dos valores apresentados no certificado energético, pois para a simulação foi adotada uma simplificação do setor da climatização.

Para a determinação da classe energética, as classes energéticas dos edifícios vão da classe A+ a classe F, conforme Dec. Lei 118/2013.

Valor de referência de RSECE, edifício de serviços de escritórios é 35 kgep/m<sup>2</sup>. Ano.

O IEE nominal determinado anteriormente de 39,91 kgep/m<sup>2</sup>.ano significa que o edifício insere-se numa classe B-, tendo como um IEE referência de 35 kgep/m<sup>2</sup>.ano como se apresenta na tabela em baixo, tendo por base o anterior regulamento, RSECE, usado na certificação energética do edifício em causa, considera-se:

### IEE ref 35 kgep/m<sup>2</sup>.ano

S 15 [24].

Tabela 29 - Classe energética do modelo calibrado.

<b>IEE ref - 0.75.S</b>	<b>23.75</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe A+</b>
<b>IEE ref - 0.50.S</b>	<b>27.5</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe A</b>
<b>IEE ref</b>	<b>35</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe B</b>
<b>IEE ref + 0.5.S</b>	<b>42.5</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe B-</b>
<b>IEE ref + S</b>	<b>50</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe C</b>
<b>IEE ref + 1.5.S</b>	<b>57.7</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe D</b>
<b>IEE ref + 2.S</b>	<b>65</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe F</b>
<b>IEE nom &gt; IEE ref + 2.S</b>	<b>-</b>	<b>→</b>	<b>Sem Limite, classe G</b>

**O edifício insere-se na classe B-**



## **5- Proposta de melhoria do comportamento energético**

### **5.1- Medidas propostas**

#### **5.1.1- Medida 1-Substituição dos vãos envidraçados**

Uma medida proposta consiste no estudo de uma possível modificação e substituição dos vãos envidraçados no edifício. Esta proposta tem por base a troca dos envidraçados presentes por envidraçados que possuam melhores características técnicas, ou seja, com melhor comportamento em termos térmicos, com o objetivo de reduzir as trocas térmicas entre o interior do edifício e o exterior e assim garantir conforto térmico adequado no interior do edifício, com redução dos consumos do sistema de climatização.

Foi escolhido um vidro duplo de Deleme Glass de modelo T70 SC, exposta em detalhe no anexo C, pois trata-se de um vidro de controlo solar e com boa performance destinado a edifícios de serviços, comerciais, hotéis, entre outros.



Figura 16 – Pormenor do vidro aplicado [Anexo C].

O vidro tem um coeficiente de transmissão térmica de  $U=1,1 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$  e um fator solar de 0,48 e foi simulada a aplicação em todos os vãos envidraçados correspondendo a uma área total de  $960 \text{ m}^2$ . As características dos mesmos apresenta-se na tabela 30.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Tabela 30 - Características dos envidraçados da medida 1 anexo C.

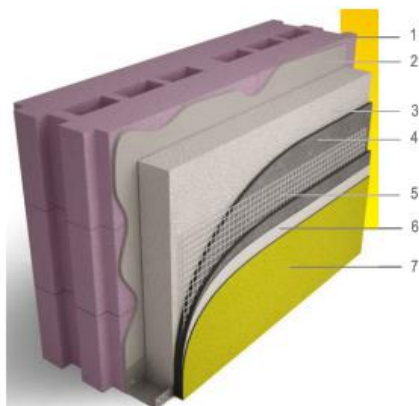
Tipo de Envidraçado	Coefficiente de Transmissão Térmica ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ )	Caixa de Ar 16mm
SGG COOL-LITE SKN 144 II	1.1	Árgon

### 5.1.2-Medida 2 – Melhoria dos elementos construtivos das fachadas

Esta proposta consiste no estudo da melhoria dos elementos construtivos das fachadas. Pelo fato de não existir informação detalhada da composição das fachadas, teve-se em conta a informação relativa às mesmas apresentadas na documentação referente à certificação energética, na qual é indicado o coeficiente de transmissão térmica (U) e a espessura total das paredes.

Para o estudo do edifício e tendo em conta o facto, já referido, de não existir informação sobre a composição dos paramentos, apenas espessuras e localização, foram considerados paramentos com modelo construtivo simples, em que as paredes exteriores são de pano duplo com caixa-de-ar interior no centro, e paramentos os interiores são de pano único.

O tratamento das fachadas existentes consiste na aplicação de um Sistema Compósito de Isolamento Térmico pelo Exterior, também conhecido por ETICS (*External Thermal Insulation Composite Systems*). A solução consiste na aplicação de uma placa de poliestireno expandido moldado (EPS) com uma espessura de 32 mm e com três camadas de argamassa, uma de argamassa de colagem sobre a base e as restantes de argamassa de revestimento sobre a placa isolante separadas por uma rede de reforço, todas com 3,5 mm de espessura cada e a colocação de um primário de regularização com acabamento. A rede de reforço será em fibra de vidro, considerando a gramagem de 160 g/m<sup>2</sup>.



1 – Tijolo cerâmico (e=0.32mm)
2 – Camada de colagem
3 – Placa isolante (EPS)
4 – Camada de revestimento (2 camadas)
5 – Rede de reforço (fibra de vidro)
6 – Camada de regularização
7 - Acabamento

Figura 17 - Solução da Parede [Anexo C].

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

A espessura total das fachadas bem como o seu coeficiente de transmissão térmica (U), estão apresentados na tabela 31.

Tabela 31 - Características das paredes exteriores do modelo calibrado.

Características das paredes exteriores no Modelo Calibrado	
Espessura (m)	Coefficiente de Transmissão Térmica (W/m <sup>2</sup> .°C)
0,32	0,42

Para o tratamento da fachada foram utilizados os materiais já mencionados anteriormente, cujas características se apresentam na tabela 32.

Tabela 32 - Características da parede da medida 2.

Características da Parede				
Tipo de Material	Condutibilidade térmica (W/m <sup>2</sup> .°C)	Espessura (m)	Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	Calor Específico (J/g.°C)
Tijolo Cerâmico	0,8	0,11	1550	0,84
Placa Isolante EPS	0,0230	0,03	24	1,59
Argamassa	1,80	0,025	2300	0,66

### 5.1.3-Medida 3 – Instalação de Unidade de Minigeração Solar Fotovoltaica

Como medida para se conseguir uma melhoria do comportamento energético do edifício, propõe-se o estudo de um sistema de minigeração solar fotovoltaica [Anexo C], com a potência de pico de 14 kWp para ligação à Rede Elétrica de Serviço Público (RESP).

O sistema será instalado na cobertura plana dos pisos 2 e 4. Esse sistema será constituído por 58 módulos de painéis e por 2 inversores, com azimute Sul e sem obstruções assinaláveis do horizonte. Podemos observar nas figuras seguintes a sua disposição no edifício.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

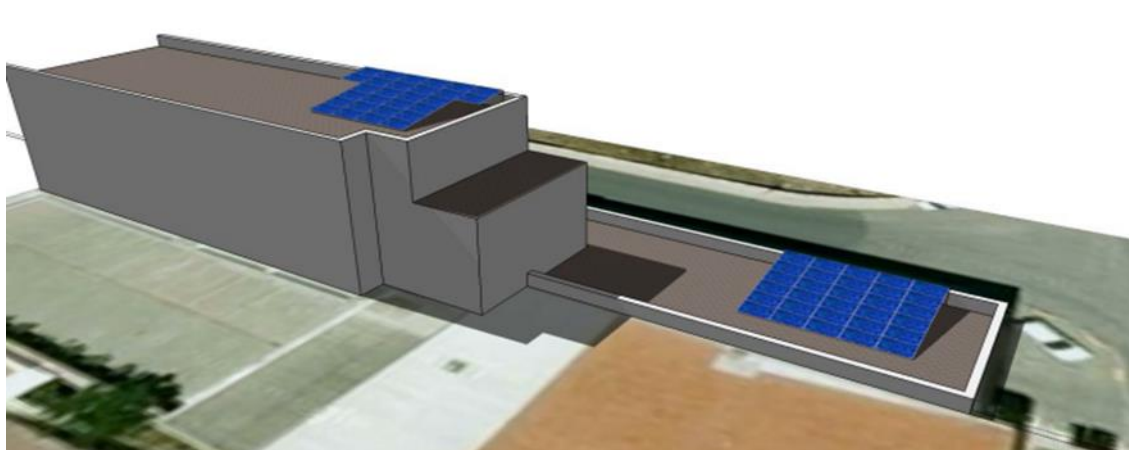


Figura 18 - Primeira perspetiva da colocação da unidade de minigeração

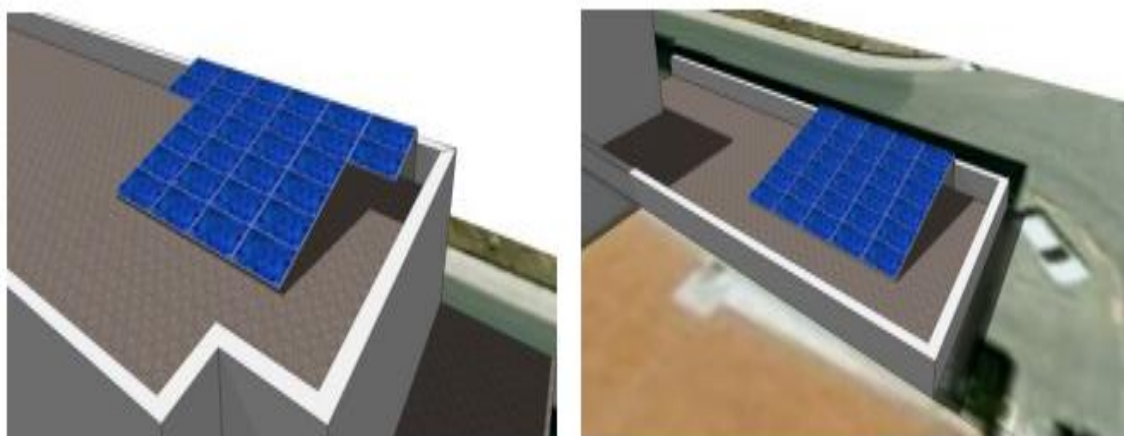


Figura 19 - Segunda perspetiva da colocação da unidade de minigeração

Tabela 33 - Características da unidade minigeração [25].

Características da Unidade de Minigeração	
Potência nominal (kWh)	12
Potência piso (kWp)	14
Painéis Solares	Silício policristalino de 245 Wp, marca EDP
Número de painéis	58
Inversores	2 inersores SMA STP 6000 TL-20
Azimute	0°
Inclinação	10°
Tipo de Solução	Cobertura
Estrutura	Alumínio e Aço galvanizado

### 5.1.4- Medida 4 – Sistema de Iluminação LED

Uma medida, que se propõe, para melhorar o comportamento energético do edifício, é o estudo de um sistema de iluminação com tecnologia LED (Light Emitting Díode). Esta solução será aplicada em todo o edifício no que diz respeito à a iluminação interior, em que serão substituídas as lâmpadas existentes por umas idênticas mas de tecnologia LED, isto é, foram tidas em conta as características das lâmpadas existentes, de modo a que as lâmpadas de substituição tivessem no mínimo as mesmas características de iluminância e cor, podendo ser ainda de melhor qualidade, diminuindo assim o consumo energético (note-se que as lâmpadas de tecnologia LED apresentam consumos inferiores às lâmpadas compactas, de tecnologia fluorescente, instaladas).

Podemos observar nas tabelas 34 as principais características de ambas as lâmpadas, em que a potência total das lâmpadas existentes é de 38410 W e que sendo substituídas por lâmpadas LED, apresentarão uma potência total de 8346 W. As restantes características encontram-se no anexo C.

Tabela 34 - Sistema de iluminação - Situação real.

<b>Sistema de Iluminação- Situação Existente</b>	
<b>Tipo de Iluminação</b>	Fluorescente tubular ( F) Fluorescentes Compactas (FC) Halogénio (Hal) Balastro Eletrónico (BE)
<b>Potência (W)</b>	F- 14 FC- 11 Hal- 4 BE-38
<b>Quantidade</b>	642
<b>Potência Instalada (W)</b>	38410

Tabela 35 - Sistema de iluminação - LED.

<b>Sistema de Iluminação- LED</b>	
<b>Tipo de Iluminação</b>	Master LEDtube GA 200 600 mm 13 W 840
<b>Consumo Unitário (W)</b>	13
<b>Quantidade</b>	642
<b>Potência Instalada (W)</b>	8346

## **5.2-Simulação Energética**

### **5.2.1-Simulação Energética da Medida 1 – Sistema de novos vãos envidraçados**

A aplicação desta primeira medida teve um grande impacto. Foi simulada a substituição integral dos vãos envidraçados existentes, por novos painéis de vidro conforme anteriormente referido. As principais características dos vãos envidraçados foram alteradas, com base na utilização do software REVIT, passando assim de um coeficiente de transmissão térmica (U) de 2,9 W/m<sup>2</sup>°C para um valor bastante mais reduzido de 1,45 W/m<sup>2</sup>.°C.

Alteradas estas características, procedeu-se à simulação cujos resultados se apresentam os resultados na tabela 36.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Tabela 36 - Consumos mensais de energia do modelo calibrado e da medida 1.

Mês	Consumo Total de Energia do Modelo Calibrado (kWh)	Consumo Energético da Solução de Envidraçados (kWh)	Varição (Redução) (%)
Janeiro	22316	17425	21.92
Fevereiro	18775	16654	11.30
Março	23639	19068	19.34
Abril	23756	19516	17.85
Maio	25674	22281	13.22
Junho	25469	21350	16.17
Julho	27588	22422	18.73
Agosto	29163	22612	22.46
Setembro	22238	20981	5.65
Outubro	25415	21331	16.07
Novembro	24321	19017	21.81
Dezembro	21854	17308	20.80
<b>TOTAL</b>	290208	239965	17.31
<b>Custo energético anual</b>	40629	33595	
<b>kWh/m2.ano</b>	137.61	113.79	

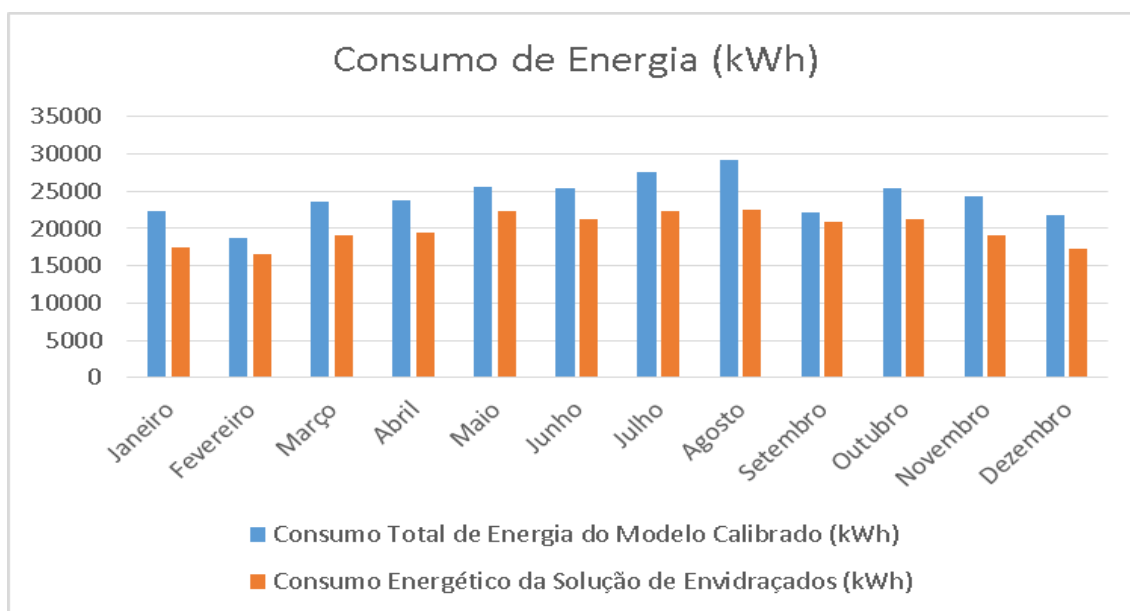


Gráfico 17 - Consumo de energia - Modelo calibrado vs medida 1.

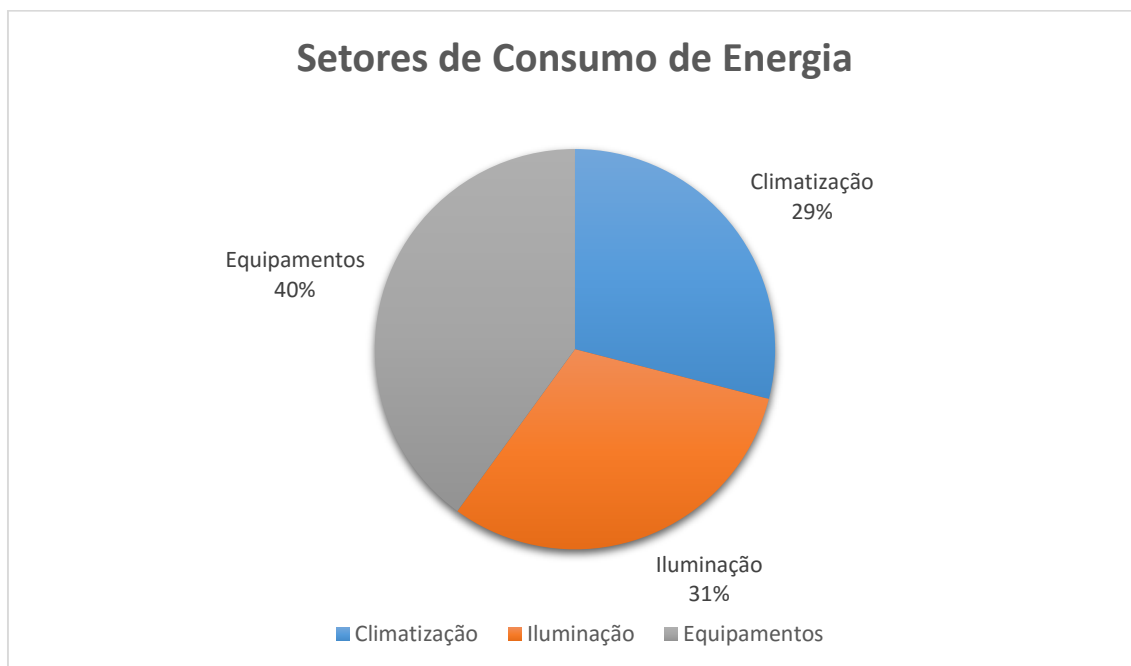


Gráfico 18 - Repartição do consumo de energia da medida 1 nos principais sectores.

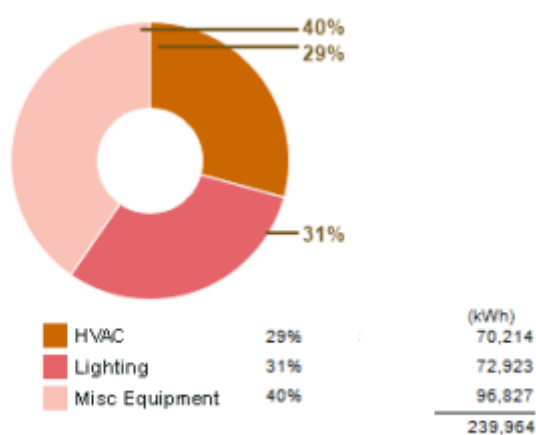


Gráfico 19 - Repartição da energia pelos principais sectores com a medida 1 (Fonte: programa de simulação aplicado).

Realizada a simulação e examinados os resultados da mesma, foi possível obter os valores em baixo apresentados, como se pode observar na tabela 37.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Tabela 37 - Consumo nominal do edifício com a medida1.

Setor	Consumo Energético (kWh/ano)	Fator de Conversão (kWh/kgep)	Fator de correção Climático	Energia primária (kgep/ano)	IEE (Kgep/m <sup>2</sup> .ano)
Climatização	70214	0,29	1.00	20362,06	33,00
Iluminação	72923	0,29	1.00	21147,67	
Equipamentos	96827	0,29	1.00	28079,83	
TOTAL	239964			69589,56	

O IEE nominal determinado anteriormente de 33,00kgep/m<sup>2</sup>.ano significa que o edifício insere-se numa classe B, tendo como um IEE referência de 35 kgep/m<sup>2</sup>.ano como se apresenta na tabela 38.

**IEE ref 35 kgep/m<sup>2</sup>.ano**

**S 15 [24]**

Tabela 38 - Classe energética do edifício com a medida 1.

<b>IEE ref - 0.75.S</b>	<b>23.75</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe A+</b>
<b>IEE ref - 0.50.S</b>	<b>27.5</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe A</b>
<b>IEE ref</b>	<b>35</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe B</b>
<b>IEE ref + 0.5.S</b>	<b>42.5</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe B-</b>
<b>IEE ref + S</b>	<b>50</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe C</b>
<b>IEE ref + 1.5.S</b>	<b>57.7</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe D</b>
<b>IEE ref + 2.S</b>	<b>65</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe F</b>
<b>IEE nom &gt; IEE ref + 2.S</b>	<b>-</b>	<b>→</b>	<b>Sem Limite, classe G</b>

**O edifício insere-se na classe B**

### 5.2.2-Simulação Energética da Medida 2 – Melhoria dos elementos construtivos das fachadas

A aplicação desta medida teve um impacto elevado nas fachadas existentes, nas quais se simulou uma intervenção completa em todas elas, desde que situadas acima da cota de soleira. A intervenção introduziu alteração das características da parede, isto é, o valor do coeficiente de transmissão térmica (U) das paredes existentes com valor de 3,9 W/m<sup>2</sup>.°C

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

deixou de ser contabilizado diretamente para a simulação, considerando-se todas as características dos materiais empregues nesta nova solução.

Alteradas estas características, procedeu-se à simulação cujos resultados se apresentam na tabela 39.

Tabela 39 - Consumos mensais de energia do modelo calibrado e de medida 2.

<b>Mês</b>	<b>Consumo Total de Energia do Modelo Calibrado (kWh)</b>	<b>Consumo Energético da Solução nos paramentos das Fachadas (kWh)</b>	<b>Varição (Redução) (%)</b>
<b>Janeiro</b>	22316	15970	28,44
<b>Fevereiro</b>	18775	14872	20,79
<b>Março</b>	23639	16022	32,22
<b>Abril</b>	23756	16671	29,82
<b>Mai</b>	25674	21933	14,57
<b>Junho</b>	25469	22577	11,35
<b>Julho</b>	27588	24153	12,45
<b>Agosto</b>	29163	24894	14,64
<b>Setembro</b>	22238	22830	-2,66
<b>Outubro</b>	25415	22289	12,30
<b>Novembro</b>	24321	17089	29,74
<b>Dezembro</b>	21854	15749	27,94
<b>TOTAL</b>	290208	235049	19,01
<b>Custo energético anual</b>	40629	32907	
<b>kWh/m2.ano</b>	137,61	111,46	

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

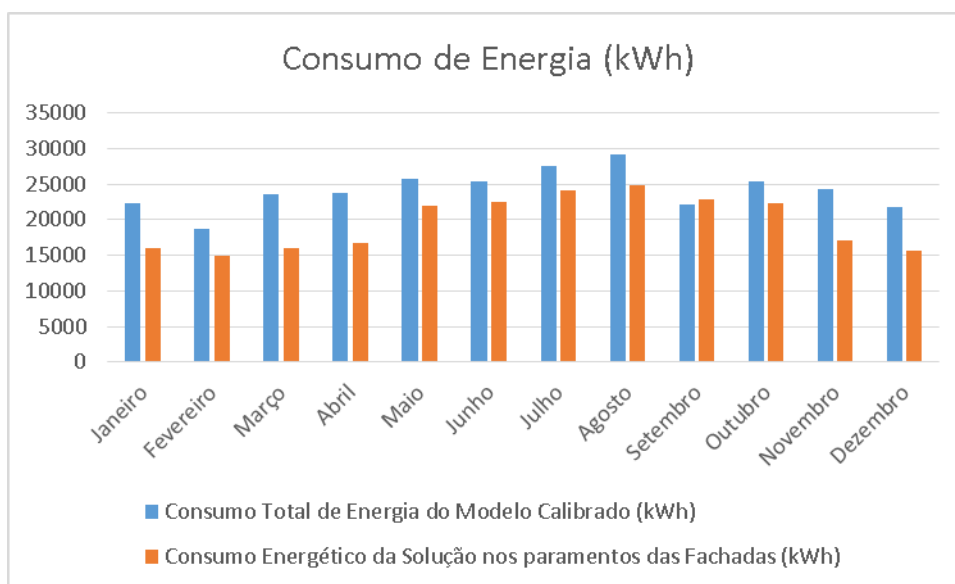


Gráfico 20 - Consumo de energia - Modelo calibrado vs medida 2.

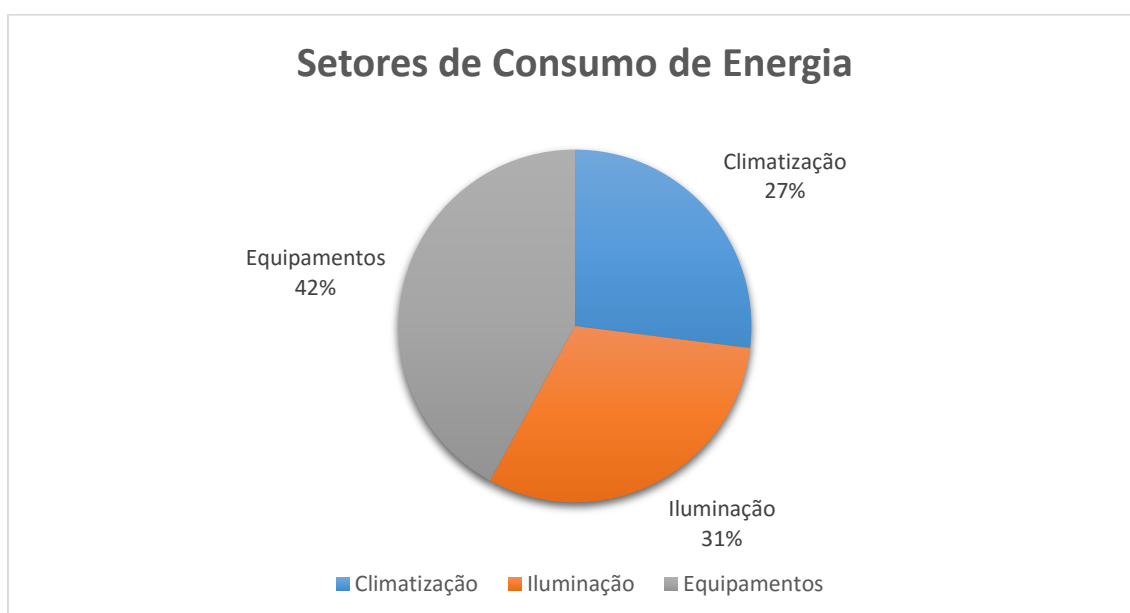


Gráfico 21 - Repartição do consumo de energia da medida 2 nos principais sectores.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

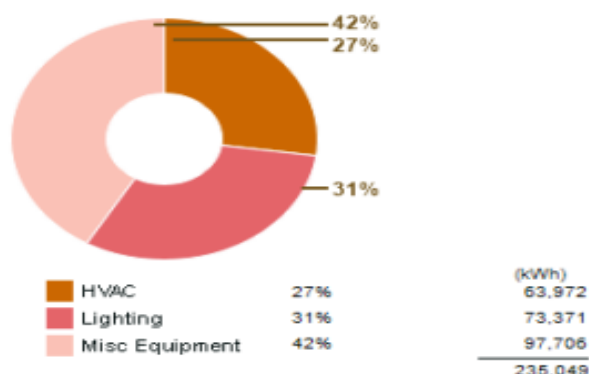


Gráfico 22 - Repartição da energia pelos principais sectores com a medida 2 (Fonte: programa de simulação aplicado).

Realizada a simulação e examinados os resultados da mesma, foi possível obter os valores em baixo apresentados, como se pode observar na tabela 40.

Tabela 40 - Consumo nominal do edifício com a medida 2.

Setor	Consumo Energético (kWh/ano)	Fator de Conversão (kWh/kgép)	Fator de correção Climático	Energia primária (kgép/ano)	IEE (Kgep/m <sup>2</sup> .ano)
Climatização	63972	0,29	1.00	18551,88	32,30
Iluminação	73371	0,29	1.00	21277,59	
Equipamentos	97706	0,29	1.00	28334,74	
TOTAL	235049			68114,21	

O IEE nominal determinado anteriormente de 32,30 kgép/m<sup>2</sup>.ano significa que o edifício insere-se numa classe B, tendo como um IEE referência de 35 kgép/m<sup>2</sup>.ano como se apresenta na tabela 41.

**IEE ref 35 kgép/m<sup>2</sup>.ano**

**S 15 [24]**

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Tabela 41 - Classe energética do edifício com a medida 2.

IEE ref - 0.75.S	23.75	→	Limite Superior da classe A+
IEE ref - 0.50.S	27.5	→	Limite Superior da classe A
IEE ref	35	→	Limite Superior da classe B
IEE ref + 0.5.S	42.5	→	Limite Superior da classe B-
IEE ref + S	50	→	Limite Superior da classe C
IEE ref + 1.5.S	57.7	→	Limite Superior da classe D
IEE ref + 2.S	65	→	Limite Superior da classe F
IEE nom > IEE ref + 2.S	-	→	Sem Limite, classe G

**O edifício insere-se na classe B**

### 5.2.3-Simulação Energética da Medida 3 – Unidade de Minigeração Fotovoltaica

A simulação energética no REVIT não foi necessária pois a proposta do fornecedor para a colocação desta unidade no edifício apresentava tabelas detalhadas da produção estimada anual ao longo de pelo menos 25 anos. Para uma análise energética, teve-se em consideração a simulação no estado atual do edifício e em conta a produção por parte da unidade de minigeração fotovoltaica. Pode-se observar nas tabelas 42 e 43 a variação de consumo energético com a implementação desta medida.

Tabela 42 - Variação de consumo energético do modelo calibrado vs medida 3.

Variação de Consumo com Produção de Minigeração	
Consumo Real Anual (kWh)	290208
Produção Anual média da Unidade de Minigeração (kWh)	20580
Variação (%)	7.10%

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Tabela 43 - Consumos mensais de energia do modelo calibrado e da medida 3.

Mês	Consumo Total de Energia do Modelo Calibrado (kWh)	Consumo Energético com Unidade de Microgeração (kWh)	Variação (Redução) (%)
Janeiro	22316	21128	5.32
Fevereiro	18775	17770	5.35
Março	23639	21932	7.22
Abril	23756	21862	7.97
Maio	25674	23567	8.21
Junho	25469	23341	8.36
Julho	27588	24682	10.53
Agosto	29163	27344	6.24
Setembro	22238	20971	5.70
Outubro	25415	23896	5.98
Novembro	24321	23243	4.43
Dezembro	21854	19892	8.98
<b>TOTAL</b>	290208	269628	7.09
<b>Custo energético anual</b>	40629	37748	
<b>kWh/m2.ano</b>	137.61	127.85	

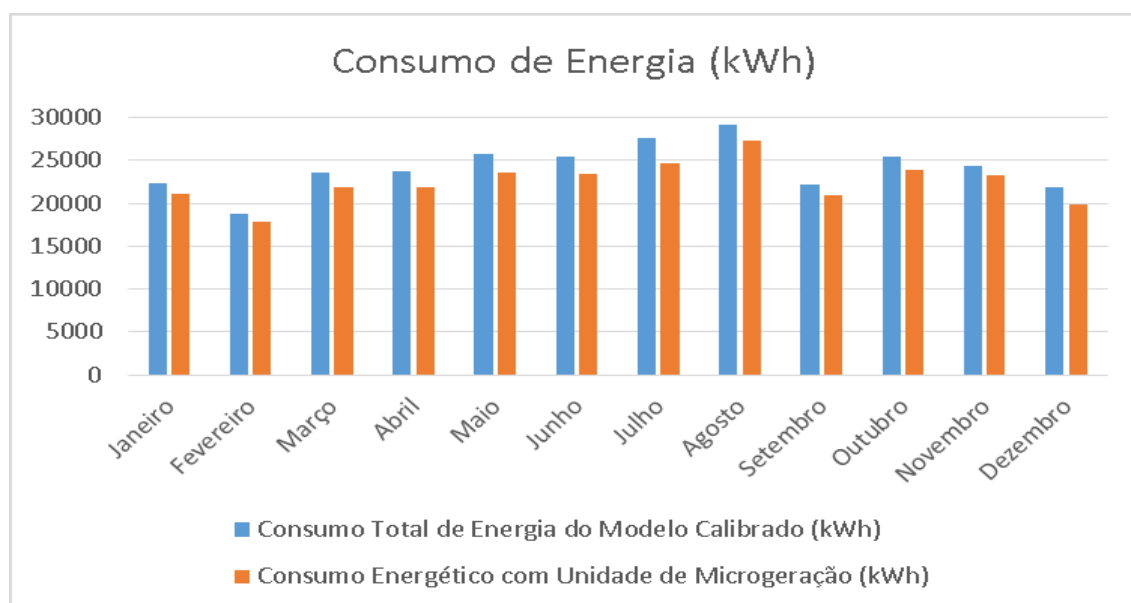


Gráfico 23 - Consumo de energia - Modelo calibrado vs medida 3.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Realizada a simulação e examinados os resultados da mesma, foi possível obter os valores em baixo apresentados, como se pode observar na tabela 44.

Tabela 44 - Consumo nominal do edifício com a medida 3.

Setor	Consumo Energético (kWh/ano)	Fator de Conversão (kWh/kgép)	Fator de correção Climático	Energia primária (kgép/ano)	IEE (Kgep/m <sup>2</sup> .ano)
Climatização	105154.92	0.29	1	30494.9268	37.08
Iluminação	70103.28	0.29	1	20329.9512	
Equipamentos	94369.8	0.29	1	27367.242	
TOTAL	269628			78192.12	

O IEE nominal determinado anteriormente de 37,10 kgép/m<sup>2</sup>.ano significa que o edifício insere-se numa classe B-, tendo como um IEE referência de 35 kgép/m<sup>2</sup>.ano como se apresenta na tabela 45.

### IEE ref 35 kgép/m<sup>2</sup>.ano

#### S 15 [24]

Tabela 45 - Classe energética do edifício com a medida 3.

IEE ref - 0.75.S	23.75	→	Limite Superior da classe A+
IEE ref - 0.50.S	27.5	→	Limite Superior da classe A
IEE ref	35	→	Limite Superior da classe B
IEE ref + 0.5.S	42.5	→	Limite Superior da classe B-
IEE ref + S	50	→	Limite Superior da classe C
IEE ref + 1.5.S	57.7	→	Limite Superior da classe D
IEE ref + 2.S	65	→	Limite Superior da classe F
IEE nom > IEE ref + 2.S	-	→	Sem Limite, classe G

O edifício insere-se na classe B-

#### 5.2.4-Simulação Energética da Medida 4 – Sistema de Iluminação LED

A aplicação desta quarta medida, foi simulada com o software REVIT, em que houve alteração face à situação real anteriormente simulada no que se refere à alteração da potência instalada da iluminação interior. Como anteriormente já foi apresentada a potência do novo sistema de iluminação, apenas se teve que repartir esse valor pelos vários pisos do edifício. Realizada a simulação, apresentam-se os resultados na tabela 46.

Tabela 46 - Consumos mensais de energia do modelo calibrado e da medida 4.

Mês	Consumo Total de Energia do Modelo Calibrado (kWh)	Consumo Energético com Sistema de Iluminação LED (kWh)	Varição (Redução) (%)
Janeiro	22316	19714	11.66
Fevereiro	18775	15533	17.27
Março	23639	20071	15.09
Abril	23756	21354	10.11
Maio	25674	21816	15.03
Junho	25469	21074	17.26
Julho	27588	23378	15.26
Agosto	29163	26142	10.36
Setembro	22238	19080	14.20
Outubro	25415	21673	14.72
Novembro	24321	20056	17.54
Dezembro	21854	18213	16.66
<b>TOTAL</b>	290208	248104	14.51
<b>Custo energético anual</b>	40629	34735	
<b>kWh/m2.ano</b>	137.61	117.65	

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Tabela 47 - Variação de consumo energético do modelo calibrado vs medida4.

Consumo Energético (kWh/ano)		
Consumo Real	290206	Variação
Setor da Iluminação Real	76011	26%
Setor da iluminação com LED	33908.51	12%
Poupança total na Iluminação (%)	42102.49	14%
Consumo Anual do Edifício	248103.51	

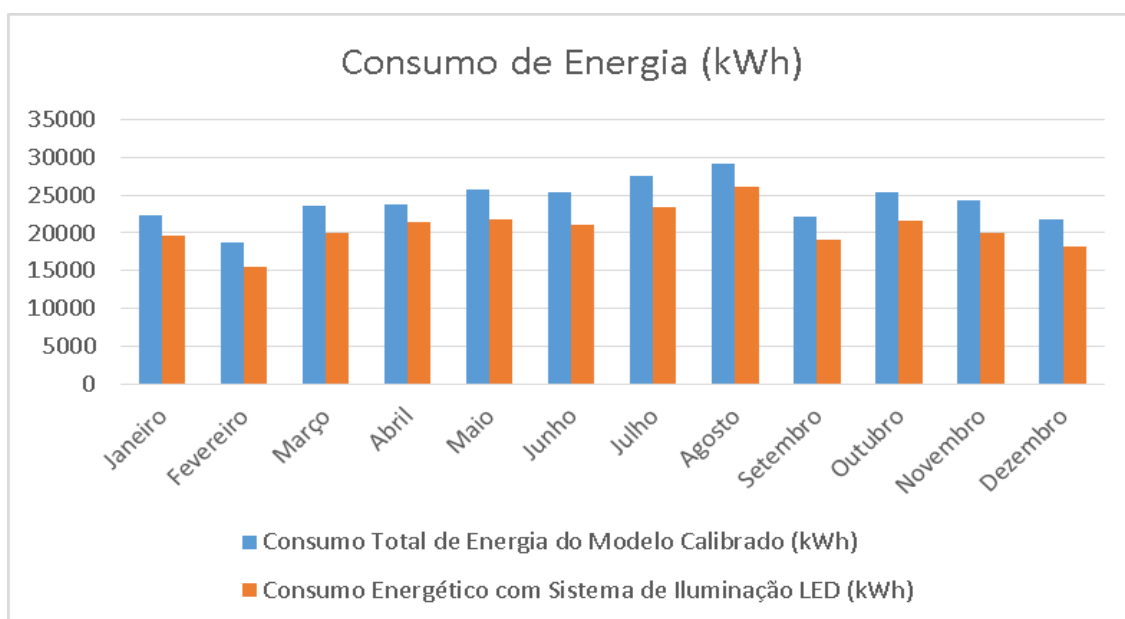


Gráfico 24 - Consumo de energia - Modelo calibrado vs medida 4.

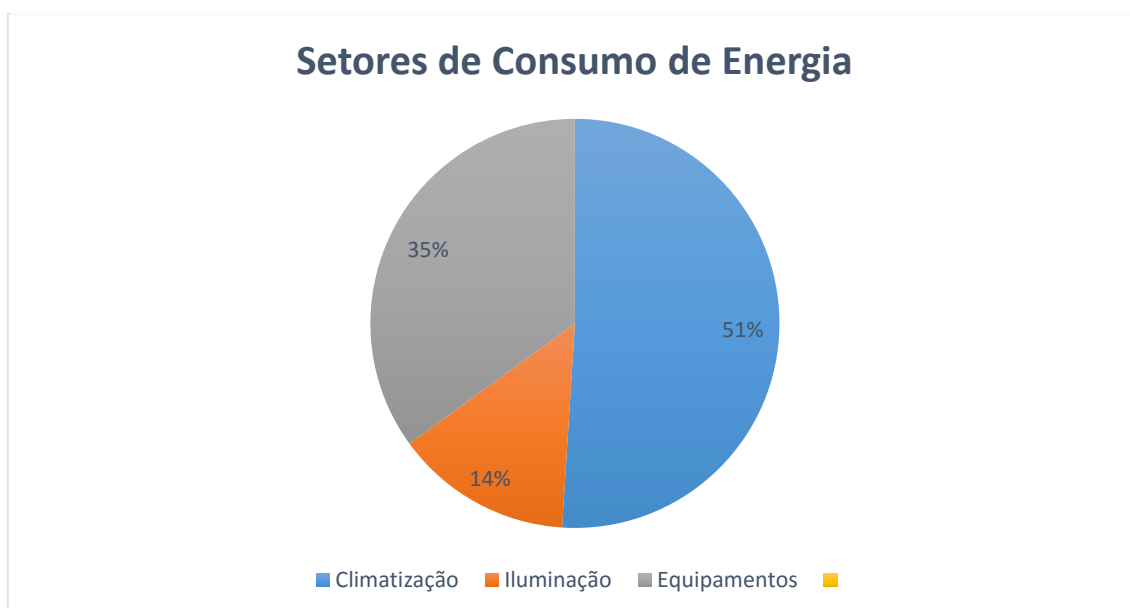


Gráfico 25 - Repartição do consumo de energia da medida 4 nos principais sectores.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Realizada a simulação e examinados os resultados da mesma, foi possível obter os valores em baixo apresentados, como se pode observar na tabela 48.

Tabela 48 - Consumo nominal do edifício com a medida 4.

Setor	Consumo Energético (kWh/ano)	Fator de Conversão (kWh/kgep)	Fator de correção Climático	IEE (Kgep/m <sup>2</sup> .ano)
Climatização	119089.92	0.29	1	34.12
Iluminação	42177.68	0.29	1	
Equipamentos	86836.4	0.29	1	
TOTAL	248104			

O IEE nominal determinado anteriormente de 34,32 kegp/m<sup>2</sup>.ano significa que o edifício insere-se numa classe B, tendo como um IEE referência de 35 kegp/m<sup>2</sup>.ano como se apresenta na figura 49.

**IEE ref 35 kegp/m<sup>2</sup>.ano**

**S 15 [24]**

Tabela 49 - Classe energética do edifício com a medida 4.

<b>IEE ref - 0.75.S</b>	<b>23.75</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe A+</b>
<b>IEE ref - 0.50.S</b>	<b>27.5</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe A</b>
<b>IEE ref</b>	<b>35</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe B</b>
<b>IEE ref + 0.5.S</b>	<b>42.5</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe B-</b>
<b>IEE ref + S</b>	<b>50</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe C</b>
<b>IEE ref + 1.5.S</b>	<b>57.7</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe D</b>
<b>IEE ref + 2.S</b>	<b>65</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe F</b>
<b>IEE nom &gt; IEE ref + 2.S</b>	<b>-</b>	<b>→</b>	<b>Sem Limite, classe G</b>

**O edifício insere-se na classe B**

### 5.2.5-Combinação 1- Sistema ETIC+ Vãos Envidraçados

Depois da apresentação e simulação individual de cada medida proposta, serão realizadas diferentes combinações das medidas, acumulando-as e aplicando-as no projeto em causa. Desta maneira é possível determinar, de forma mais perceptível, o desenvolvimento da poupança energética global e consequentes reduções de custos de exploração e de instalação dessas medidas propostas. No final será simulado o conjunto das todas as medidas acopladas num só ficheiro. Feitas as alterações no REVIT, procedeu-se à simulação na qual se apresentam os resultados na tabela 50.

Tabela 50 - Consumos mensais de energia do modelo calibrado e da combinação 1.

Mês	Consumo Total de Energia do Modelo Calibrado (kWh)	Comb1- Consumo Energético com Envidraçados e Paramentos (kWh)	Varição (Redução) (%)
Janeiro	22316	13422	39.85
Fevereiro	18775	12527	33.28
Março	23639	14307	39.48
Abril	23756	14764	37.85
Maio	25674	15962	37.83
Junho	25469	15535	39.00
Julho	27588	18448	33.13
Agosto	29163	19132	34.40
Setembro	22238	14511	34.75
Outubro	25415	17343	31.76
Novembro	24321	15130	37.79
Dezembro	21854	14125	35.37
<b>TOTAL</b>	290208	185206	36.18
<b>Custo energético anual</b>	40629	25929	
<b>kWh/m2.ano</b>	137.61	87.82	

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

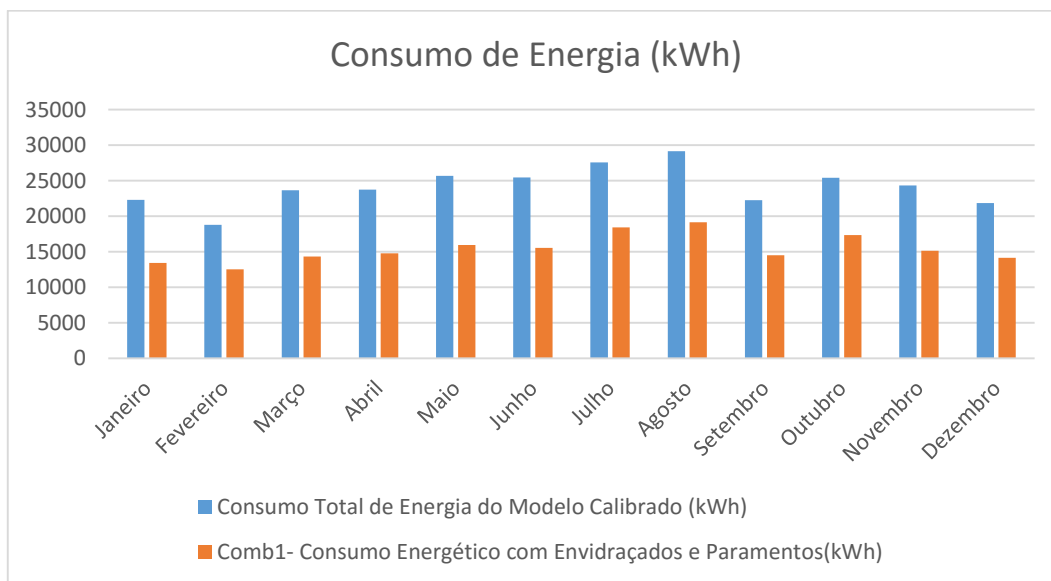


Gráfico 26 - Consumo de energia - modelo calibrado vs combinação 1.

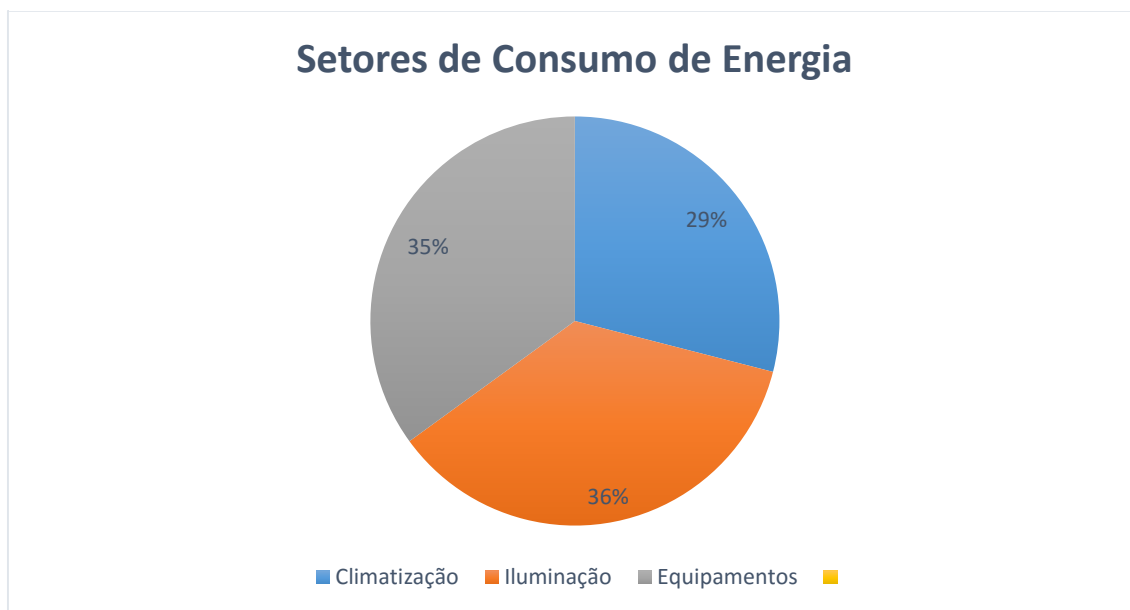


Gráfico 27 - Repartição do consumo de energia da combinação 1 nos principais sectores.

Realizada a simulação e examinados os resultados da mesma, foi possível obter os valores em baixo apresentados, como se pode observar na tabela 51.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Tabela 51 - Consumo nominal do edifício com combinação 1.

Setor	Consumo Energético (kWh/ano)	Fator de Conversão (kWh/kgep)	Fator de correção Climático	Energia primária (kgep/ano)	IEE (Kgep/m <sup>2</sup> .ano)
Climatização	50005.2	0.29	1	14501.508	25.47
Iluminação	57413.86	0.29	1	16650.0194	
Equipamentos	77786.52	0.29	1	22558.0908	
TOTAL	185206			53709.6182	

O IEE nominal determinado anteriormente de 25,47 kgep/m<sup>2</sup>.ano significa que o edifício insere-se numa classe A, tendo como um IEE referência de 35 kgep/m<sup>2</sup>.ano como se apresenta na tabela 52.

**IEE ref 35 kgep/m<sup>2</sup>.ano**

**S 15 [24]**

Tabela 52 - Classe energética do edifício com a combinação 1.

<b>IEE ref - 0.75.S</b>	<b>23.75</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe A+</b>
<b>IEE ref - 0.50.S</b>	<b>27.5</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe A</b>
<b>IEE ref</b>	<b>35</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe B</b>
<b>IEE ref + 0.5.S</b>	<b>42.5</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe B-</b>
<b>IEE ref + S</b>	<b>50</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe C</b>
<b>IEE ref + 1.5.S</b>	<b>57.7</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe D</b>
<b>IEE ref + 2.S</b>	<b>65</b>	<b>→</b>	<b>Limite Superior da classe F</b>
<b>IEE nom &gt; IEE ref + 2.S</b>	<b>-</b>	<b>→</b>	<b>Sem Limite, classe G</b>

**O edifício insere-se na classe A**

### 5.2.6-Combinação 2- Sistema ETIC+ Vãos Envidraçados + Iluminação LED

Tabela 53 - Consumos mensais de energia do modelo calibrado e da combinação 2.

Mês	Consumo Total de Energia do Modelo Calibrado (kWh)	Comb2 - Consumo Energético com Envidraçados, Paramentos e LED (kWh)	Varição (Redução) (%)
Janeiro	22316	10243	54.10
Fevereiro	18775	9527	49.26
Março	23639	10498	55.59
Abril	23756	11509	51.55
Maio	25674	12765	50.28
Junho	25469	12325	51.61
Julho	27588	14163	48.66
Agosto	29163	15677	46.24
Setembro	22238	11462	48.46
Outubro	25415	13144	48.28
Novembro	24321	11379	53.21
Dezembro	21854	10412	52.36
<b>TOTAL</b>	290208	143104	
<b>Custo energético anual</b>	40629	20035	50.69
<b>kWh/m2.ano</b>	137.61	67.86	

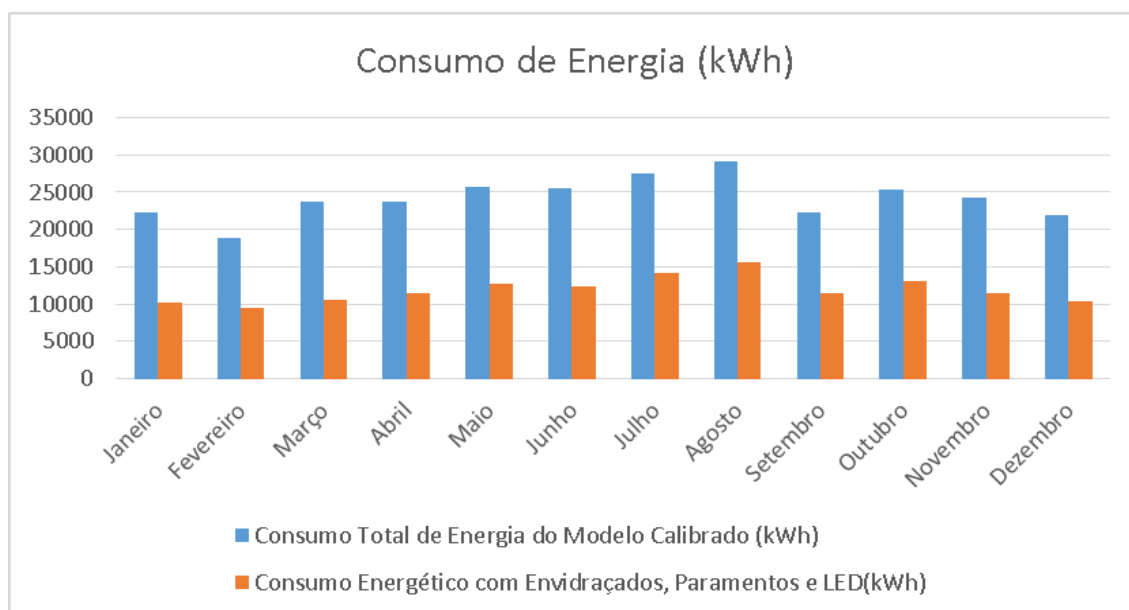


Gráfico 28 - Consumo de energia - Modelo calibrado vs combinação 2.

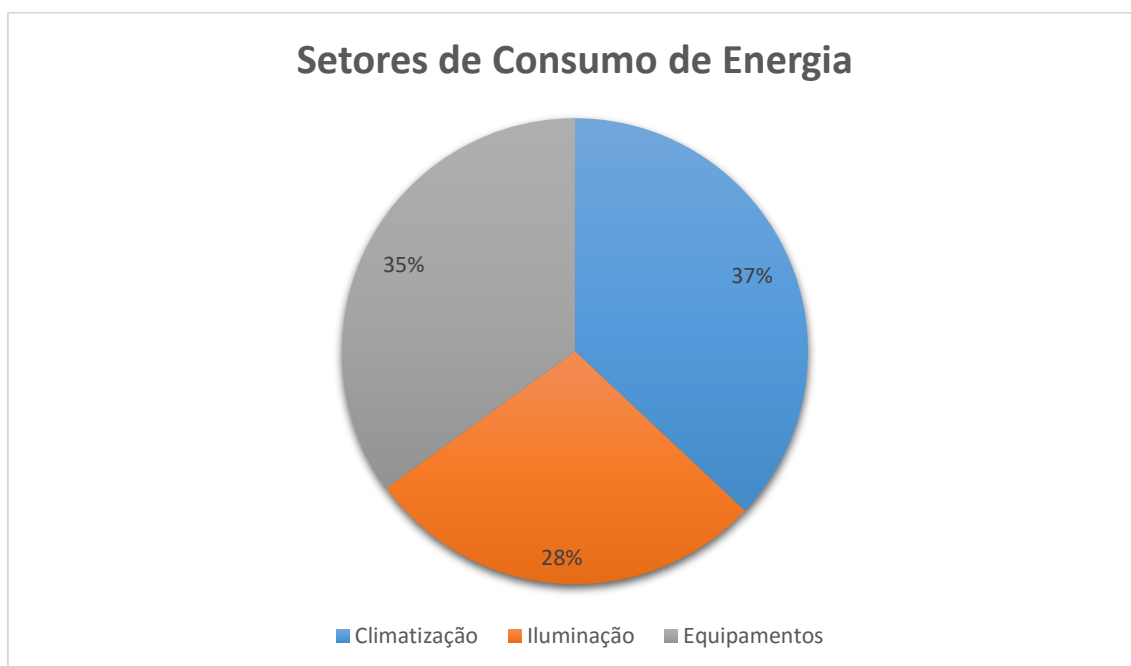


Gráfico 29 - Repartição do consumo de energia da combinação 2 nos principais sectores.

Realizada a simulação e examinados os resultados da mesma, foi possível obter os valores em baixo apresentados, como se pode observar na tabela 54.

Tabela 54 - Consumo nominal do edifício com a combinação 2.

Setor	Consumo Energético (kWh/ano)	Fator de Conversão (kWh/kgep)	Fator de correção Climático	Energia primária (kgep/ano)	IEE (Kgep/m <sup>2</sup> .ano)
Climatização	52948.48	0.29	1	15355.0592	19.68
Iluminação	40069.12	0.29	1	11620.0448	
Equipamentos	50086.4	0.29	1	14525.056	
TOTAL	143104			41500.16	

O IEE nominal determinado anteriormente de 19,68 kg<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano significa que o edifício insere-se numa classe A<sup>+</sup>, tendo como um IEE referência de 35 kg<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano como se apresenta na tabela 55.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

IEE ref 35 kgep/m2.ano

S 15 [24]

Tabela 55 - Classe energética do edifício com a combinação 2.

IEE ref - 0.75.S	23.75	→	Limite Superior da classe A+
IEE ref - 0.50.S	27.5	→	Limite Superior da classe A
IEE ref	35	→	Limite Superior da classe B
IEE ref + 0.5.S	42.5	→	Limite Superior da classe B-
IEE ref + S	50	→	Limite Superior da classe C
IEE ref + 1.5.S	57.7	→	Limite Superior da classe D
IEE ref + 2.S	65	→	Limite Superior da classe F
IEE nom > IEE ref + 2.S	-	→	Sem Limite, classe G

**O edifício insere-se na classe A+**

### 5.2.7-Simulação Energética do conjunto de todas as medidas

Tabela 56 - Consumo de energia do modelo calibrado e de todas as medidas

Mês	Consumo Total de Energia do Modelo Calibrado (kWh)	Consumo Energético com todas as Medidas (kWh)	Varição (Redução) (%)
Janeiro	22316	9525	57.32
Fevereiro	18775	7998	57.40
Março	23639	8474	64.15
Abril	23756	10501	55.80
Maio	25674	10724	58.23
Junho	25469	10371	59.28
Julho	27588	12153	55.95
Agosto	29163	13067	55.19
Setembro	22238	10951	50.76
Outubro	25415	11034	56.58
Novembro	24321	9371	61.47
Dezembro	21854	8355	61.77
<b>TOTAL</b>	290208	122524	57.78
<b>Custo energético anual (€)</b>	40629	17153	
<b>kWh/m2.ano</b>	137.61	58.10	

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

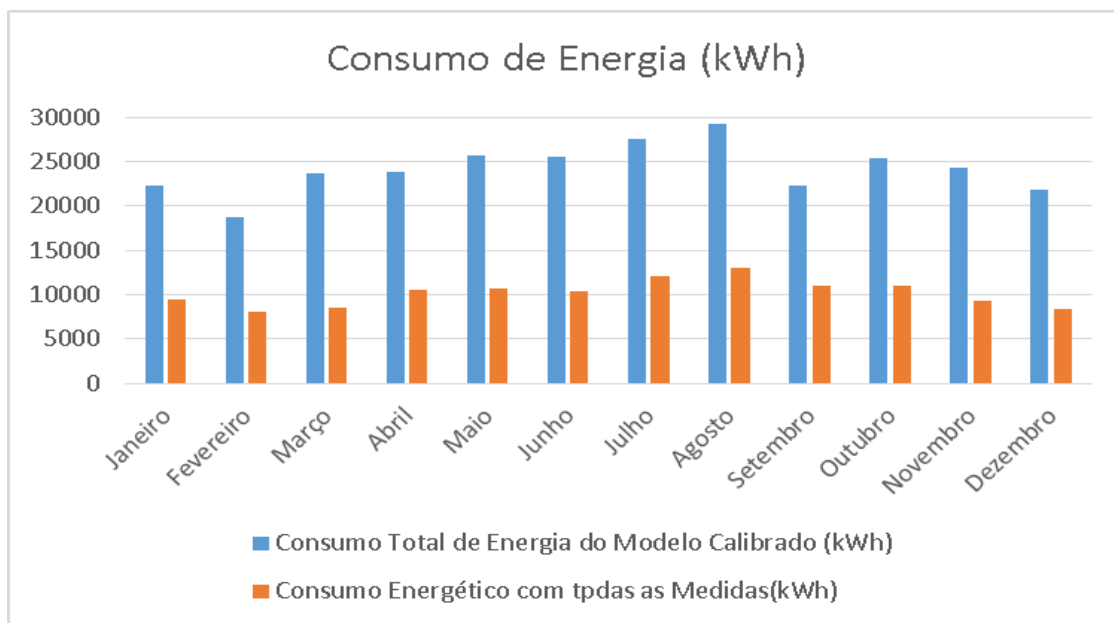


Gráfico 30 - Consumo de energia - Modelo calibrado vs todas as medidas.

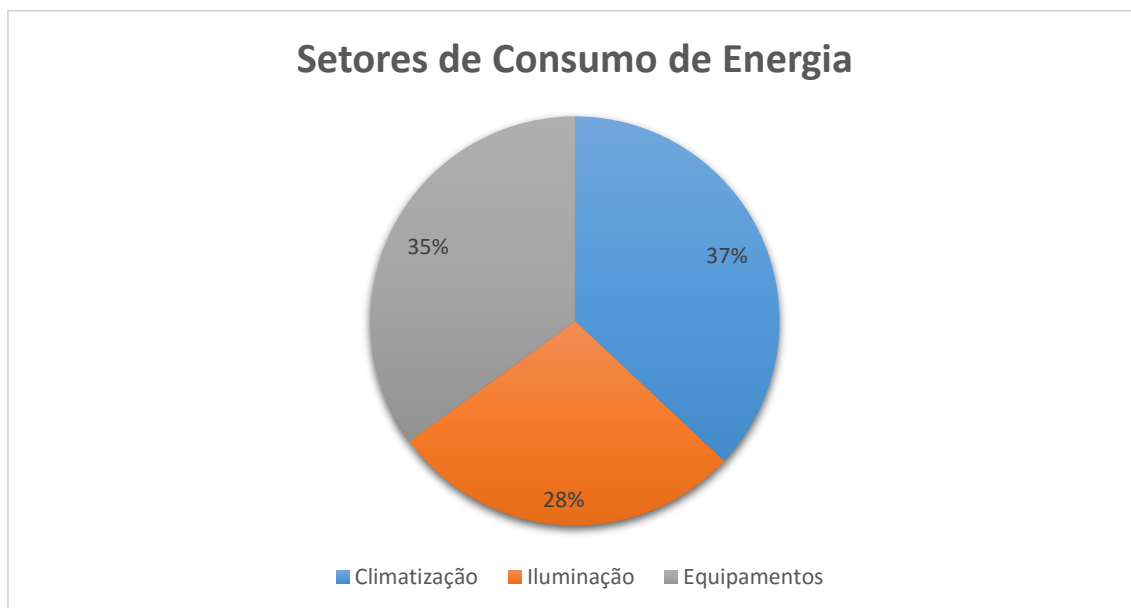


Gráfico 31 - Repartição do consumo de energia de todas as medidas nos principais sectores.

Realizada a simulação e examinados os resultados da mesma, foi possível obter os valores em baixo apresentados, como se pode observar na tabela 57.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Tabela 57 - Consumo nominal do edifício com todas as medidas implementadas.

Setor	Consumo Energético (kWh/ano)	Fator de Conversão (kWh/kgép)	Fator de correção Climático	Energia primária (kgép/ano)	IEE (Kgep/m <sup>2</sup> .ano)
Climatização	45333.88	0.29	1	13146.8252	16.85
Iluminação	34306.72	0.29	1	9948.9488	
Equipamentos	42883.4	0.29	1	12436.186	
TOTAL	122524			35531.96	

O IEE nominal determinado anteriormente de 16,85kgép/m<sup>2</sup>.ano significa que o edifício insere-se numa classe A<sup>+</sup>, tendo como um IEE referência de 35 kgép/m<sup>2</sup>.ano como se apresenta na tabela 58.

### IEE ref 35 kgép/m<sup>2</sup>.ano

#### S 15 [24]

Tabela 58 - Classe energética do edifício com todas as medidas implementadas.

IEE ref - 0.75.S	23.75	→	Limite Superior da classe A+
IEE ref - 0.50.S	27.5	→	Limite Superior da classe A
IEE ref	35	→	Limite Superior da classe B
IEE ref + 0.5.S	42.5	→	Limite Superior da classe B-
IEE ref + S	50	→	Limite Superior da classe C
IEE ref + 1.5.S	57.7	→	Limite Superior da classe D
IEE ref + 2.S	65	→	Limite Superior da classe F
IEE nom > IEE ref + 2.S	-	→	Sem Limite, classe G

**O edifício insere-se na classe A+**

Realizadas todas as simulações das medidas preconizadas bem como a sua análise de resultados, apresenta-se a tabela 59 que indica os consumos energéticos de cada medida, apresentando a variação (redução) face ao modelo calibrado. Apresenta-se também a classe energética do edifício com a implementação de cada medida.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Tabela 59 - Resumo dos consumos energéticos e variação da classe energética.

Modelo Calibrado	290208	137.61	39.91	B <sup>-</sup>	
<b>Medida Implementada</b>	<b>Consumo Energético (kWh/ano)</b>	<b>Consumo Energético (kWh/m<sup>2</sup>.ano)</b>	<b>IEE (kgep/m<sup>2</sup>.ano)</b>	<b>Classe Energética</b>	<b>Variação Redução (%)</b>
Novos vãos Envidraçados	239965	113.79	33	B	17.31
Melhoria das Fachadas	235449	111.65	32.38	B	18.87
Unidade de Minigeração	269628	127.85	37.1	B <sup>-</sup>	7.09
Sistema de Iluminação LED	248104	117.65	34.12	B	14.51
Melhoria Fachadas e vãos Envidraçados	185206	87.82	25.47	A	36.18
Melhoria Fachadas e Envidraçados com Sistema LED	143104	67.86	19.68	A <sup>+</sup>	50.69
<b>Conjunto de todas as Medidas</b>	<b>122524</b>	<b>58.1</b>	<b>16.85</b>	<b>A<sup>+</sup></b>	<b>57.78</b>

## 5.3-Viabilidade económica

### 5.3.1-Viabilidade Económica da Medida 1 – Sistema de novos vãos envidraçados

A implementação de um sistema de novos vãos envidraçados conforme descrito anteriormente, implica um investimento global de 128898 € (sem o IVA), conforme apresentado na tabela 60. A aplicação desta medida tem uma expressão (redução) no ciclo de faturação anual de cerca de 17,31%.

Tabela 60 - Características e custo de implementação da medida 1 [anexo C].

Tipo de Envidraçado	Coefficiente de Transmissão Térmica (U-W/m <sup>2</sup> .°C)	Fator Solar	Quantidade (m <sup>2</sup> )	Preço (€/m <sup>2</sup> )	Total (€)
SGG COOL-LITE SKN 144 II	1.1	0.48	960	198	128898

Em termos de período de retorno do investimento, pode-se observar pela tabela seguinte, que ao fim de aproximadamente de 18 anos o investimento terá sido recuperado.

Tabela 61 - Período de retorno da medida 1.

	Consumo Energético Anual Modelo Calibrado (kWh)	Consumo Energético Anual com Vãos Envidraçados (kWh)	Período de Retorno (anos)
	290208	239965	18.32
Custo Energético (€)	40629	33595.1	
Custo de Investimento (€)	-	128898	

### 5.3.2-Viabilidade Económica da Medida 2 – Melhoria dos elementos construtivos das fachadas

A intervenção da melhoria dos elementos construtivos das fachadas implica um investimento total de 80590 € (sem o IVA), conforme apresentado na tabela 62. A

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

aplicação desta medida tem uma expressão (redução) no ciclo de faturação anual de cerca de 19,01%.

Tabela 62 - Investimento da medida 2.

Tipo de Material	Espessura (m)	Quantidade (m <sup>2</sup> )	Preço Material (€/m <sup>2</sup> )	Preço mão- obra (€/m <sup>2</sup> )	Total (€)
Tijolo cerâmico	0.11	1386.9			80589.85
Placa Isolante EPS	0.03		15.51	14.53	
Argamassa	0.025		11.77	16.3	

Em termos de período de retorno do investimento, pode-se observar pela tabela 63, que ao fim de aproximadamente de 10 anos o investimento terá sido recuperado.

Tabela 63 - Período de retorno da medida 2.

	Consumo Energético Anual Modelo Calibrado (kWh)	Consumo Energético Anual com Paramentos das Fachadas (kWh)	Período de Retorno (anos)
	290208	235449	10.44
Custo Energético (€)	40629	32906.86	
Custo de Investimento (€)	-	80589.85	

### 5.3.3-Viabilidade Económica da Medida 3 – Unidade de Minigeração Fotovoltaica

A implementação da unidade de minigeração, implica um investimento global de 30500 € (sem o IVA). A aplicação desta medida tem uma expressão no ciclo de faturação anual de 7%

De modo a simplificar o cálculo do período de retorno desta solução, teve-se em conta o consumo anual anteriormente calculado, na qual se pode observar pela tabela 64, em que o investimento terá sido recuperado entre os 10 e os 11 anos.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Tabela 64 - Período de retorno da medida 3

	Consumo Energético Anual Modelo Calibrado (kWh)	Consumo Energético Anual com Unidade de Minigeração (kWh)	Período de Retorno (anos)
	290208	269628	10.59
Custo Energético (€)	40629	37748	
Custo de Investimento (€)	-	30500	

Para um melhor entendimento da produção de energia por parte da unidade de minigeração, pode-se observar pela tabela 65 os consumos anuais ao longo do tempo. Estimaram-se ainda os consumos com projeção da atualização das tarifas futuras da energia, conforme apresentadas na tabela 66.

Tabela 65 - Produção de energia da unidade de minigeração - medida 3 [25].

Ano		14.21 kWp/ 12 kWn	
		Produção (MWh)	Valor (€/ano)
2012	1	20.58	4114
2013	2	20.43	4085
2014	3	20.29	4057
2015	4	20.15	4028
2016	5	20.01	4000
2017	6	19.87	3972
2018	7	19.73	3944
2019	8	19.59	3917
2020	9	19.45	3889
2021	10	19.32	3862
2022	11	19.18	3835
2023	12	19.05	3808
2024	13	18.91	3782
2025	14	18.78	3755
2026	15	18.65	3729
2027	16	18.52	1685
2028	17	18.39	1721
2029	18	18.26	1758
2030	19	18.13	1795
2031	20	18.00	1836
2032	21	17.88	1877
2033	22	17.75	1917
2034	23	17.63	1959
2035	24	17.51	1997
2036	25	17.38	2056

Tabela 66 - Tarifa de energia a aplicar a partir do 16º ano [25].

Ano	Tarifa (€/kWh)
2027	0.091
2028	0.0936
2029	0.0963
2030	0.099
2031	0.102
2032	0.105
2033	0.108
2034	0.1111
2035	0.1141
2036	0.1183

A Unidade de Minigeração apresenta uma produção estimada anual entre 17 e 21 MWh ao longo de pelo menos 25 anos [25].

#### 5.3.4-Viabilidade Económica da Medida 4 – Sistema de Iluminação LED

A implementação de um sistema de iluminação LED, implica um investimento global de 7704 € (sem o IVA), conforme apresentado na tabela 67. A aplicação desta medida tem uma expressão (redução) no ciclo de faturação anual de cerca de 14,51 %.

Tabela 67 - Investimento de implementação da medida 4.

Tipo de Iluminação	Quantidade	Consumo Unitário W	Consumo Total W	Preço por Unidade (€)
Master LEDtube Ga 200 600 mm 13 W 840	642	13	8346	12
			<b>Total (€)</b>	7704

Em termos de período de retorno do investimento, pode-se ver pela tabela 68, que ao fim de pouco mais de 1 ano o investimento terá sido recuperado.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Tabela 68 - Período de retorno da medida 4.

	Consumo Energético Anual Modelo Calibrado (kWh)	Consumo Energético Anual com Sistema de Iluminação LED (kWh)	Período de Retorno (anos)
	290208	248104	1.31
Custo Energético (€)	40629	34735	
Custo de Investimento (€)	-	7704	

É possível realizar uma avaliação da relação custo de aplicação com ao período de retorno da sua aplicação, não de medidas isoladas, explícitas anteriormente, mas combinando-as, tal como anteriormente feito em termos energéticos mas agora em termos económicos.

### 5.3.5 – Viabilidade Económica da Combinação 1- Medida dos Envidraçados com Melhoria dos Paramentos das Fachadas

Tabela 69 - Período de retorno da combinação 1.

	Consumo Energético Anual Modelo Calibrado (kWh)	Consumo Energético Anual com Melhoria dos Envidraçados e das Fachadas (kWh)	Período de Retorno (anos)
	290208	185206	14.25
Custo Energético (€)	40629	25929	
Custo de Investimento (€)	-	209488	

Como observado anteriormente, aplicando envidraçados melhorados termicamente, que possibilitam a poupança de energia interiormente em conjunto com execução de fachadas com isolamento pelo exterior, obtemos uma redução bastante considerável de cerca de 36%. Para que esta redução ocorra o investimento é de 209488 euros (sem o IVA) com um período de retorno de aproximadamente 14 anos.

### 5.3.6 – Viabilidade Económica da Combinação 2- Medida dos Envidraçados, Fachadas e Sistema LED

Tabela 70 - Período de retorno da combinação 2.

	Consumo Energético Anual Modelo Calibrado (kWh)	Consumo Energético Anual com Melhoria dos Envidraçados, Fachadas e Sistema LED (kWh)	Período de Retorno (anos)
	290208	143104	10.55
Custo Energético (€)	40629	20035	
Custo de Investimento (€)	-	217192	

O período de retorno na aplicação das três medidas em simultâneo é de aproximadamente 10 anos com um investimento de 217192 euros (sem o IVA). É de salientar que o facto de aplicar estas três medidas possibilitam a redução do consumo energético do edifício, em cerca de 50 %, tal como foi visto no capítulo anterior.

### 5.3.7 – Viabilidade Económica da Aplicação de Todas as Medidas

No caso da opção pela aplicação e execução de todas as medidas propostas, a poupança será de aproximadamente de 57 %. Assim o investimento necessário será de 247692 euros (sem o IVA), que será recuperado ao fim de 10 anos.

Tabela 71 - Investimento total.

Tipo de Medida	Investimento (€)	Investimento Total (€)
Medida 1	128898	247692
Medida 2	80590	
Medida 3	30500	
Medida 4	7704	
Combinação 1	209488	
Combinação 2	217192	
Todas as Medidas	247692	

Tabela 72 - Período de retorno da aplicação de todas as medidas.

	Consumo Energético Anual Modelo Calibrado (kWh)	Consumo Energético Anual com todas as Medidas (kWh)	Período de Retorno (anos)
	290208	122524	10.55
Custo Energético (€)	40629	17153	
Custo de Investimento (€)	-	247692	



## **6-Conclusões**

Com o aumento das preocupações em termos ambientais torna-se obrigatório ter uma nova visão sustentável em todos os setores da sociedade. Em Portugal, o setor da construção apresenta-se como um dos grandes consumidores de energia, e por isso, torna-se importante projetar os edifícios de forma a serem cada vez mais auto sustentáveis e de forma a consumirem a menor energia necessária.

Sendo a quase totalidade dos países que constituem a Comunidade Europeia, largamente deficitários em termos de recursos energéticos, desde 1993 que a Europa tem vindo a produzir Diretivas referentes ao tema da Eficiência Energética, conforme referido no capítulo 2 do presente trabalho. Mais recentemente a exigência de melhorar o desempenho energético dos edifícios, traduziu-se nas Diretivas 31/EU/2010 e 27/EU/2012, cuja transposição para a legislação nacional incorporou o Dec. Lei 118/2013 e portarias anexas. O foco destas diretivas é o sector dos edifícios, responsáveis por um consumo de energia primária de cerca de 40 % do consumo total de energia registado na Europa.

A imposição legal de que os novos edifícios sejam NZEB a curto prazo (2018 para os governamentais e 2020 para os restantes), bem como a obrigatoriedade de cumprimento da exigência NZEB para as renovações, contribui para a atualidade do tema.

No presente trabalho procedeu-se ao estudo pormenorizado de um edifício de serviços, localizado em Faro.

Procedeu-se a um estudo de caracterização do edifício em termos da sua envolvente, sistemas de climatização, ocupação, equipamentos utilizados, iluminação, horários de funcionamento e faturação, por forma a construir um modelo de simulação mais aproximado possível do edifício real e assim ponderar de uma forma mais sustentada a implementação das medidas mais adequadas para a redução do consumo de energia.

Para avaliar o desempenho energético real do edifício, foi construído um modelo tridimensional (3D) utilizando o software REVIT, sendo acoplado de um plugin para posterior simulação. Com este modelo procedeu-se à simulação do desempenho energético na situação atual e posteriormente à simulação do desempenho energético do edifício com a implementação de quatro medidas estratégicas de melhoria do

## **Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro**

comportamento energético do edifício, para se avaliar o potencial de redução no consumo anual de eletricidade que cada solução representaria.

Importa referir que o edifício é de classe energética B- e que os resultados obtidos na simulação do edifício no estado atual diferem em 0,67% do valor real faturado, o que permite concluir fiabilidade do modelo de simulação. É de salientar que as simulações das medidas propostas foram comparadas com este modelo calibrado.

A alteração/substituição dos vãos envidraçados (1ª medida considerada) representa uma variação de consumo energético na ordem dos 17%, permitindo uma poupança energética anual de 50243 kWh. A intervenção no edifício com esta medida apresenta um investimento no valor de 128898 € e uma poupança anual de 7034 € na fatura, com um período de retorno de investimento de 18 anos. Esta medida é considerada viável e desta forma o edifício assume uma classificação energética de Classe B.

O tratamento das fachadas com novos materiais e com um sistema ETICS (2ª medida considerada) representa uma variação de consumo energético faturado de 19 %, reduzindo o consumo energético anual em 55159 kWh. Esta medida tem um investimento de 80590 € com uma poupança anual de 7722 € e com um período de retorno de investimento de 10 anos. Esta medida representa uma mais-valia para o edifício no que se refere ao seu comportamento energético. Desta forma o edifício assume uma classificação energética da Classe B.

A aplicação de um sistema de minigeração fotovoltaico (3ª medida considerada), representa uma variação de consumo energético faturado de 7%, ou seja permite a poupança energética anual de 20580 kWh. A implementação desta medida apresenta um investimento de 30500 € e permite uma poupança na fatura no valor de 2881 € anuais com um período de retorno de investimento de 10 a 11 anos, sendo considerada viável. Desta forma o edifício assume a classificação energética de Classe B-. Faz-se notar que a instalação de minigeração solar fotovoltaica foi a medida proposta que considera geração de energia por fonte renovável. As restantes medidas referem-se a intervenções no sentido das reduções de consumos.

A substituição do sistema de iluminação existente (fluorescente tubular) por um sistema de iluminação com tecnologia LED (4ª medida considerada) representa uma variação de consumo energético faturado de 14 %, isto é, permite uma poupança energética anual de 42104 kWh. A aplicação desta medida apresenta um investimento de 7704 € e permite

## **Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro**

uma poupança na fatura no valor de 5894 € anuais com um período de retorno de investimento de 1 ano. Por estes motivos esta medida é considerada viável. Desta forma o edifício assume uma classificação energética de Classe B.

Foi simulada e testada uma possível intervenção no edifício que possibilitasse a implementação em simultâneo de diferentes medidas descritas.

Assim, foi testada a alteração/substituição dos vãos envidraçados em conjunto com fachadas com ETICS. Desta simulação resulta uma variação do consumo energético faturado de 36 % aproximadamente, ou seja, uma redução do consumo anual de 105002 kWh e 14700 € de poupança anual na fatura energética. A implementação destas duas medidas requer um investimento 209488 € com um período de retorno desse investimento de 14 anos. Com a execução desta solução o edifício adquire a classificação energética de classe A.

Foi testada também, a implementação de uma solução que contém a combinação acima descrita, substituição dos vãos envidraçados e fachadas, com a substituição total do sistema de iluminação do edifício por tecnologia LED. Os resultados permitem perceber que esta opção tem uma forte influência no consumo e consequentemente na fatura energética do edifício. O consumo anual de energia reduziu-se 50%. Assim, o consumo energético faturado anual reduziu-se em 147104 kWh, permitindo uma poupança de 20600 € anuais. O investimento é de 217192 € com período de retorno de 10anos. Permite assim, a passagem da classe B-, para a classe energética de A.

Por último foi simulado o modelo com a aplicação de todas as medidas em simultâneo, isto é, com implementação do sistema de minigeração fotovoltaico, com aplicação da iluminação LED, com a alteração/substituição dos vãos envidraçados e tratamento das fachadas, resultando uma variação (redução) de consumo energético faturado no total de 58 %, reduzindo-se o consumo energético anual em 167684 kWh. O investimento total da implementação de todas as medidas é de 247692 € que possibilita uma poupança anual na fatura energética de 23476€. A implementação de todas as medidas tem um período de retorno de 10 anos, tornando-se viável. O edifício com a aplicação de todas as medidas assume uma classificação energética da Classe A+. Em baixo é apresentada uma tabela na qual se representam os consumos energéticos decorrentes de cada medida proposta, assim como a classificação energética associada.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

Tabela 73 - Resumo das medidas implementadas

Modelo Calibrado	290208	137.61		B <sup>-</sup>
<b>Medida Implementada</b>	<b>Consumo Energético (kWh/ano)</b>	<b>Consumo Energético (kWh/m<sup>2</sup>.ano)</b>	<b>Variação Redução (%)</b>	<b>Classe Energética</b>
Novos vãos Envidraçados	239965	113.79	17.31	B
Melhoria das Fachadas	235449	111.65	18.87	B
Unidade de Minigeração	269628	127.85	7.09	B <sup>-</sup>
Sistema de Iluminação LED	248104	117.65	14.51	B
Comb 1-Melhoria Fachadas e vãos Envidraçados	185206	87.82	36.18	A
Comb 2-Melhoria Fachadas e Envidraçados com Sistema LED	143104	67.86	50.69	A+
<b>Conjunto de todas as Medidas</b>	<b>122524</b>	<b>58.1</b>	<b>57.78</b>	<b>A+</b>

## **Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro**

O valor da tarifa da energia utilizado foi de 0,14 €/kWh.

Verifica-se portanto ser possível atingir os objetivos inicialmente propostos, nomeadamente a melhoria da classificação energética do edifício. A simulação da implementação de todas as medidas anteriormente descritas permite que o edifício seja classificado como de classe energética Classe A+.

O valor atual do consumo anual de eletricidade no edifício é de 290208 kWh. Com a implementação de todas as medidas estudadas no modelo de simulação, o consumo anual passaria a ser de 122524 kWh, o que corresponde a um consumo de 42% do inicial

A convergência dos edifícios para NZEB representa o futuro do setor da construção e da reabilitação, sendo necessário desenvolver mais esforços para se alcançar um balanço energético tendencialmente nulo nos edifícios. Conclui-se que a metodologia proposta apresentada nesta dissertação permite uma extrapolação para a conceção de outros edifícios, estando traçado um caminho para se alcançarem reduções significativas dos consumos energéticos.

Como desenvolvimento futuro propõe-se o estudo, aplicação e implementação de uma mini eólica com o intuito de reforço da produção de energia por fonte renovável. Deverá proceder-se à simulação dos consumos energéticos do edifício com a possível aplicação da mini eólica, análise do investimento e qual o período de retorno desse mesmo investimento, sendo estudado o contributo da aplicação desta medida na faturação anual do edifício.



## **7-Bibliografia**

[1] – “ELECTRA, Para uma indústria da engenharia elétrica competitiva e sustentável na União Europeia” 2014. Disponível em:

[http://ec.europa.eu/environment/news/efe/articles/2014/04/article\\_20140414\\_01\\_pt.htm](http://ec.europa.eu/environment/news/efe/articles/2014/04/article_20140414_01_pt.htm)

[2] – “Diretiva 2010/31/EU Do Parlamento Europeu e Do Conselho de 19 de Maio de 2010 Relativa ao Desempenho Energético dos Edifícios”, 2010, pp. L 153/13 – L 153/35.

[3] – “DGEG – Direção Geral da Energia e Geologia”. Disponível em:  
<http://www.dgeg.pt/>

[4] – TORCELLINI, P., PLESS, S. – Net-Zero Energy Buildings: A classification system based on renewable energy supply options. National Renewable Energy Laboratory (NREL), Junho, 2010

[5]. – HEISELBERG, A., MARSZAL, A. – Zero Energy Building – A review of definitions and calculation methodologies definitions. Universidade Aalborg, Dinamarca, 2009. Disponível em:

[http://www.enob.info/fileadmin/media/Projektbilder/EnOB/Thema\\_Nullenergie/Energy\\_and\\_Buildings\\_Zero\\_Energy\\_Building\\_A\\_review\\_of\\_definitions\\_and\\_calculation\\_methodologies.pdf](http://www.enob.info/fileadmin/media/Projektbilder/EnOB/Thema_Nullenergie/Energy_and_Buildings_Zero_Energy_Building_A_review_of_definitions_and_calculation_methodologies.pdf)

[6] – KILKIS, S. – A new metric for net-zero carbon buildings. Energy Sustainability, Long Beach, Califórnia, 2007.

[7] – MERTZ, G.A., et al – Cost optimization of net-zero energy house. Energy Sustainability, Long Beach, Califórnia, 2007.

[8] – LAUSTSEN, J. – Energy efficiency requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings. International Energy Agency.

[9] – GONÇALVES, H. – Em direcção aos Edifícios de Balanço Energético Zero. Jornadas da climatização, Ordem dos Engenheiros, 2011

[10] – PINHEIRO, M. D.- Ambiente e Construção Sustentável. Amadora, Instituto do Ambiente, 2006.

## Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

[11] – EDWARDS, S. B. – Construction products and life-cycle thinking Sustainable building and construction, pp. 57-61, 2003

[12] – “Diretiva 93/76/CEE do Conselho de 13 de Setembro de 1993 relativa à limitação das emissões de dióxido de carbono através do aumento da eficácia energética (SAVE)”, 1993. Disponível em:

<http://eurlex.europa.eu/legalcontent/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:31993L0076&from=T>

[13] – “Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential”, 2006. Disponível em:

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0545:FIN:EN:PDF>

[14] – “Diretiva 2002/92/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Dezembro de 2002 relativa ao desempenho energético dos edifícios”, 2002. Disponível em:

<http://eurlex.europa.eu/legal->

[content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0091&from=PT](http://eurlex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0091&from=PT)

[15] – “Diretiva 2010/31/EU Do Parlamento Europeu e Do Conselho de 19 de Maio de 2010 Relativa ao Desempenho Energético dos Edifícios”, 2010, pp. L 153/13 – L 153/35.

[16] – “Regulamento Delegado N°244/2012 da Comissão de 16 de Janeiro de 2012”, 2012. Disponível em:

<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:081:0018:0036:PT:P>  
D

[17] – “Diretiva 2012/27/EU do Parlamento Europeu do Conselho e 25 de Outubro de 2012 relativa à eficiência energética”, 2012. Disponível em:

<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:PT:P>  
DF

[18] – “Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de agosto de 2013 publicado em Diário da Republica”. Disponível em:

<https://dre.pt/application/dir/pdf1s/2013/08/15900/0498805005.pdf>

[19] – Documento 1 de acesso reservado fornecido pelo orientador

[20] – Documento 2 de acesso reservado fornecido pelo orientador

## **Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro**

[21] – Eastman, C. Teicholz, P.; Sacks, R.; Liston, K. - BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. Publicação de 2011.

[22] – Day, Martin - The trouble with BIM 2011. Disponível em:

<http://aecmag.com/technology-mainmenu-35/450-the-trouble-with-bim>

[23] – Certificado de Desempenho Energético e Qualidade do Ar Interior

[24] – Parente, J - Regulamentação de energia em edifícios, Instituto Superior Técnico,2009

[25] – Documento 3 de acesso reservado fornecido pelo orientado



# ANEXO A – Certificado Energético



Certificação Energética e Ar Interior  
EDIFÍCIOS

N.º CER  
CE2000040004017



## CERTIFICADO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR

**TIPO DE FRACÇÃO/EDIFÍCIO:** GRANDE EDIFÍCIO DE SERVIÇOS

**Morada / Localização:** Estrada da Pêra

Localidade Faro	Freguesia FARO (SE)
Concelho FARO	Região Portugal Continental
Data de emissão 01/02/2010	Data de validade 01/02/2013
Nome do perito qualificado Ana Teresa Pinto de Azevedo Costa	N.º de PQ 0000935

Imóvel descrito na \_\_\_\_\_ Conservatória do Registo Predial de Faro

sob o n.º 3335 Art. matricial n.º 6244 Fogo/Fracção autón. Única

Este certificado resulta de uma verificação efectuada no edifício ou fracção autónoma, por um perito devidamente qualificado para o efeito, em relação aos requisitos previstos no Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE), Decreto-Lei 78/2006 de 4 de Abril, considerando o imóvel em relação ao respectivo desempenho energético. Este certificado permite identificar possíveis medidas de melhoria de desempenho aplicáveis à fracção autónoma ou edifício, suas partes e respectivos sistemas energéticos e de ventilação, de que resulta o desempenho energético e a qualidade do ar interior. Para verificar a validade do presente certificado consulte www.edificios.pt.

### 1. ETIQUETA DE DESEMPENHO ENERGÉTICO

INDICADORES DE DESEMPENHO	CLASSE ENERGÉTICA
Valor do indicador de Eficiência Energética nominal (IEEnom) calculado por simulação energética <span style="float: right;">kgpe/m².ano</span>	
29,81	
Valor do indicador de Eficiência Energética de referência (IEEref) para edifícios novos (limite inferior da classe B <sup>+</sup> ) <span style="float: right;">kgpe/m².ano</span>	
28,26	
Valor do indicador de Eficiência Energética correspondente ao limite da classe A <sup>+</sup> <span style="float: right;">kgpe/m².ano</span>	
15,1525	
Emissões anuais de gases de efeito de estufa associadas ao IEE nominal <span style="float: right;">toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes por ano</span>	
122,2	

O indicador de eficiência energética, IEEnom, resulta do consumo nominal esperado de um edifício, ou seja, a energia necessária para o funcionamento de um edifício durante um ano tipo, sob condições normais de funcionamento e por unidade de área, de forma a permitir comparações objetivas entre diferentes imóveis. Os consumos reais podem variar bastante das estimadas e dependem das atitudes e padrões de comportamento dos utilizadores. O valor de referência para este indicador (IEEref) está definido no D.L. 78/2006 de 4 de Abril para edifícios sujeitos ao sistema de climatização e posterior a 4 de Julho de 2006, sendo o mesmo para edifícios já existentes aquando desse. Nos casos de edifícios ou fracções autorizadas até ao dia de uma tipologia de edifício, o IEEnom e IEEref correspondem a valores penalizados de acordo com as áreas afectas a cada tipologia.

A classificação energética baseia-se no desempenho energético dos sistemas de climatização e de iluminação do edifício ou fracção autónoma, usando como referência os valores máximos de IEE para edifícios novos apresentados no Anexo III do RSECE. A classe energética resulta do cruzamento do valor do IEE nominal com os valores penalizados e aplicados a todos os edifícios de serviços desde 2006. O melhor desempenho correspondente à classe A<sup>+</sup>, segundo as classes A, B, B<sup>+</sup>, C e seguintes, até à classe F de pior desempenho. Os edifícios com melhor ou pior desempenho de climatização posterior a 4 de Julho de 2006 apenas poderão ter classe energética igual ou superior a B<sup>+</sup>. Para mais informações sobre a classificação energética de edifícios e sobre este certificado, consulte www.edificios.pt.

### 2. QUALIDADE DO AR INTERIOR (QAI)

### 3. DESCRIÇÃO SUCINTA DO EDIFÍCIO OU FRACÇÃO AUTÓNOMA

O edifício encontra-se localizado na periferia da zona urbana da cidade de Faro, na zona climática HV2G, implantado à cota de 15 m e uma distância à costa marítima de 6,1 km.

O espaço em estudo, Edifício da EDP, sito na Estrada de Penha, é constituído por 4 pisos acima do solo. No piso 0 encontram-se as entradas do edifício. Entre o piso 0 e o piso 3 os espaços destinam-se a escritórios. Respa-se o facto de no piso 0 existir uma cafeteria/bar.

Existe ainda um piso em cave destinado a estacionamento, armazéns e salas técnicas (posto de transformação, sala do Quadro Geral de Baixa Tensão e central de bombagem de água de inóculo).

O edifício não se encontra isolado, sendo contíguo com outras edificações no piso 0 e no piso em cave. O edifício tem fachadas nos quatro pontos cardiais, sendo que a fachada principal do edifício está orientada a Norte.

Foi considerada a tipologia de escritórios (2108,9 m<sup>2</sup>), com inércia média, com os espaços complementares: garagem (1244,6 m<sup>2</sup>) e armazéns (62,0 m<sup>2</sup>).

Os espaços não úteis encontrados neste edifício foram os seguintes: garagem, escadas e armazéns, instalações sanitárias e salas técnicas na garagem.

Neste edifício existe aproveitamento de energias renováveis, mais especificamente da energia solar recorrendo à microprodução de energia eléctrica através de um sistema fotovoltaico. A energia eléctrica é a única forma de energia utilizada no edifício.

A produção de energia térmica para o sistema centralizado de climatização é feita por dois chillers/bombas de calor. A distribuição de água arrefecida/aquecida é feita por sistema a 4 tubos e ventiloconvectores e a uma unidade de tratamento de ar (UTAN) do tipo 100% ar novo.

Em algumas divisões existem sistemas independentes de expansão directa do tipo split.

A iluminação das zonas úteis é, maioritariamente, constituída por lâmpadas fluorescentes, compactas equipadas com balastos electrónicos. A produção de água quente sanitária é feita através de termoacumuladores eléctricos.

Os equipamentos de climatização encontram-se, em geral, em bom estado e em funcionamento.

A manutenção é assegurada por uma empresa habilitada, disposta de técnicos credenciados, seguindo um plano de manutenção preventiva adequado aos equipamentos e sistemas do edifício preparado pelo técnico responsável pelos sistemas energéticos de climatização do edifício.

Área útil de pavimento	3415,51 m <sup>2</sup>	Pé-direito médio ponderado	2,6 m	Ano de construção	1996	Consumo Anual Global* (já incl. edifícios)	288263 kWh/ano
------------------------	------------------------	----------------------------	-------	-------------------	------	--	----------------

\*O consumo anual global corresponde à energia total utilizada no edifício, sendo determinado pela análise das fontes energéticas produzidas e consumidas, sem contagem de rede.

### 4. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA DO DESEMPENHO ENERGÉTICO E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR

Sugestões de medidas de melhoria (implementação não obrigatória) (Nenhuma medida a nível aquático devido ao estado de nova classe energética)	Redução anual da factura energética	Custo estimado de investimento	Período de retorno do investimento
1 Instalação de contadores parciais de consumo de energia eléctrica e implementação de um sistema de leitura periódica dos mesmos			
2 Substituição das lâmpadas fluorescentes TL-D de 36W por TL-D eco de 32W e as lâmpadas de halogéneo de 35W por lâmpadas Led de 2W	🟢	🟡	🔴 🔴 🔴 🔴
3 Instalação de sistema solar térmico individual	🟢	🟡 🟡	🔴 🔴 🔴
4 Manter os níveis de concentração de poluentes abaixo dos limites mantendo o sistema de renovação de ar em funcionamento durante o período de ocupação			
5 Verificação periódica do estado de conservação dos filtros de ar da UTAN e manter a limpeza periódica de todas as instalações e equipamentos			

As medidas de melhoria acima referidas correspondem a sugestões do perfil qualificado na sequência de análise que está realizada de desempenho energético e de qualidade do ar interior do edifício ou fracção autónoma e não pretendem por em causa as opções e soluções adoptadas pelo(s) analista(s), projectista(s) ou técnico(s) de obra.

Legendas	Redução anual da factura energética	Custo estimado de investimento	Período de retorno do investimento
	🟢 🟢 🟢 mais de 10000€/ano	🟡 🟡 🟡 🟡 mais de 50000€	🔴 🔴 🔴 🔴 inferior a 5 anos
	🟢 🟢 🟢 entre 5000€ e 9999€/ano	🟡 🟡 🟡 entre 10000€ e 49999€	🔴 🔴 🔴 entre 5 e 10 anos
	🟢 🟢 entre 1000€ e 4999€/ano	🟡 🟡 entre 2000€ e 9999€	🔴 🔴 entre 10 e 15 anos
	🟢 menos de 1000€/ano	🟡 menos de 2000€	🔴 mais de 15 anos

SE FOREM CONCRETIZADAS TODAS AS MEDIDAS DESTACADAS NA LISTA, A CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA PODERÁ SUBIR PARA... **C**

# Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro



CERTIFICADO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR

Nº CER: CE0000040904017

Nº do prédio qualificado: PQ0000

Data de emissão: 31/12/2010

Data de validade: 31/12/2013

**Pressupostos e observações a considerar na interpretação da informação apresentada:**  
No cálculo das medidas propostas foram utilizados os preços médios da energia elétrica de 0,206 €/kWh e considerados os perfis de consumo reais encontrados na Auditoria Energética. As medidas propostas destinam-se à redução dos consumos energéticos, através da alteração dos dispositivos de iluminação e da instalação de coletores solares térmicos para produção de AQS. O impacto global da medida de iluminação na classe energética foi determinado por simulação dinâmica em condições reais. Os valores de referência indicados para o investimento incluem apenas materiais, uma vez que a substituição das lâmpadas pode ser feita pelas técnicas de manutenção. Foram ainda recomendadas medidas de melhoria de gestão de consumos e de QA.

## 5. PAREDES, COBERTURAS, PAVIMENTOS E PONTES TÉRMICAS PLANAS

Descrição de(s) solução(ões) adotada(s)	Coeficiente de transmissão térmica superficial (U) em W/m²·°C	
	de solução	máximo regulamentar
• Parede exterior de constituição desconhecida revestida exteriormente a reboco/ placas de pedra e piso interior a reboco (posterior a 1990), com espessura total de 0,30 m.	1,1	1,8
• Parede interior de separação da área útil com compartimentos não úteis com uma espessura total de 25 cm de constituição desconhecida, revestimento interior em reboco. Coeficiente de transmissão térmica de 1,16 W/m²·°C.	1,62	1,8
• Parede interior de separação da área útil com compartimentos não úteis com uma espessura total de 19 cm de constituição desconhecida, revestimento interior em reboco.	1,49	1,8
• Parede interior de separação da área útil com compartimentos não úteis com uma espessura total de 30 cm de constituição desconhecida, revestimento interior em reboco.	1	1,8

Descrição de(s) solução(ões) adotada(s)	Coeficiente de transmissão térmica superficial (U) em W/m²·°C	
	de solução	máximo regulamentar
• Como se desconhece a constituição da laje de tecto confinante com a cobertura exterior, para o cálculo considerou-se laje de cobertura pesada horizontal, com acabamento interior com cal-de-ar não ventilada com uma espessura esperável de 30 cm e tecto falso.	1,84	1,25
• Como se desconhece a constituição da laje de tecto confinante com zonas não úteis, para o cálculo considerou-se laje de cobertura pesada horizontal rebocada interiormente com uma espessura esperável entre 15 e 20 mm sem qualquer isolamento.	2,25	1,25

Descrição de(s) solução(ões) adotada(s)	Coeficiente de transmissão térmica superficial (U) em W/m²·°C	
	de solução	máximo regulamentar
• Como se desconhece a constituição da laje de pavimento confinante com zonas não úteis, para o cálculo considerou-se laje de pavimento pesada sem qualquer isolamento.	2,21	1,25

Descrição de(s) solução(ões) adotada(s)	Coeficiente de transmissão térmica superficial (U) em W/m²·°C	
	de solução	máximo regulamentar
• Não aplicável		

## 6. VÃOS ENVIDRAÇADOS

Descrição de(s) solução(ões) adotada(s)*	Factor solar	
	de solução	máximo regulamentar
• Vão simples inserido nas fachadas Oeste, Sul e Este com calilharia metálica giratória, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor não especificado, com protecção interior constituída por estore de lâminas metálicas de cor média. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 4,3 W/m²·°C.	0,43	0,56
• Vão simples inserido na fachada Norte com calilharia metálica giratória, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor não especificado, com protecção interior constituída por estore de lâminas metálicas de cor média. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 4,3 W/m²·°C.	0,43	
• Vão simples inserido nas fachadas Oeste, Sul e Este com calilharia metálica fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor não especificado, com protecção interior constituída por estore de lâminas metálicas de cor média.	0,43	0,56
• Vão simples inserido na fachada Norte com calilharia metálica fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor não especificado, com protecção interior constituída por estore de lâminas metálicas de cor média. Coeficiente de	0,43	

Entidade promotora:



Entidade executora:



38

# Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro


**CERTIFICADO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR** | Nº CER: CE0000040904917  
 Nº do prédio certificado: PQ20035      Data de emissão: 31/12/2010      Data de validade: 31/12/2013

transmissão térmica (U) igual a 3,9 W/m <sup>2</sup> .°C).		
• Vão simples inserido nas fachadas Sul e Este com calibria metálica giratória, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor não especificado, sem proteção. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 4,3 W/m <sup>2</sup> .°C).	0,55	0,56
• Vão simples inserido na fachada Norte com calibria metálica giratória, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor não especificado, sem proteção. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 4,3 W/m <sup>2</sup> .°C).	0,55	
• Vão simples inserido nas fachadas Sul e Este com calibria metálica fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor não especificado, sem proteção. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 3,9 W/m <sup>2</sup> .°C).	0,55	0,56
• Vão simples inserido na fachada Norte com calibria metálica fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor não especificado, sem proteção. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 3,9 W/m <sup>2</sup> .°C).	0,55	
• Vão simples horizontal, com calibria metálica fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro simples incolor não especificado, sem proteção. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 6,0 W/m <sup>2</sup> .°C).	0,85	0,56
• Vão simples inserido na fachada Norte, com calibria metálica giratória, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor não especificado, com proteção interior constituída por cortina opaca de cor escura. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 4,3 W/m <sup>2</sup> .°C).	0,4	
• Vão simples inserido na fachada Este com calibria metálica fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor não especificado, com proteção interior constituída por cortina opaca de cor escura. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 3,9 W/m <sup>2</sup> .°C).	0,4	0,56
• Vão simples inserido na fachada Norte com calibria metálica fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, com vidro duplo colorido + incolor não especificado, com proteção interior constituída por cortina opaca de cor escura. Coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 3,9 W/m <sup>2</sup> .°C).	0,4	

Nota: Apenas são emitidos certificados com área superior a 10% de área útil de pavimento de espaço que servem, não abrangendo a área e considerando o(s) respectivo(s) dispositivo(s) de proteção (toldos, toldos, persianas, estores, cortinas, etc.)

## 7. SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO

Consumo nominal estimado de energia primária para aquecimento	4445 kgep/ano	Consumo nominal estimado de energia primária para arrefecimento	29345 kgep/ano
---	---------------	---	----------------

Nota: Os valores de energia nominal para aquecimento e arrefecimento devem ser atribuídos aos respectivos fatores de correção climática.

### SUBSISTEMA DE PRODUÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA

#### Descrição de(s) solução(ões) adotada(s)

• O sistema centralizado de climatização é constituído por 2 chillers/bombas de calor (um com potência útil/neta de aquecimento de 114 kW, COP de 2,99, e potência de aquecimento de 100 kW, EER de 2,76; outro com potência útil/neta de aquecimento de 149 kW, COP de 3, e potência de arrefecimento de 136 kW, EER de 2,86), que climatizam o edifício através dos ventiloconvectores e de 1 unidade de tratamento de ar (UTAN), a 4 pisos. Os chillers/bombas de calor estão localizados na cobertura do edifício. Cada unidade apresenta condensadores arrefecidos a ar, com ventiladores axiais. Como sistemas individuais existem 4 unidades de expansão direta do tipo split, localizadas 2 nos bastiões piso 1, 1 na sala do QGBT na cave e 1 na sala de telecomunicações no piso 0.

### SUBSISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA (CALOR OU FRIO)

#### Descrição de(s) solução(ões) adotada(s)

• A distribuição de energia térmica é feita através da rede hidráulica e quatro tubos. No circuito primário dos chillers, localizados na cobertura do edifício existem 4 bombas circuladoras "in-line" equipadas com motor elétrico de rotor seco. A distribuição de cada coletor, respectivamente, de água fria e água quente aos consumidores (UTAN e ventiloconvectores) é feita por duas bombas circuladoras "in-line" do tipo rotor seco. As condutas de insuflação da rede aeródica, provenientes da unidade de tratamento de ar são construídas em chapa de aço galvanizado.

### SUBSISTEMA DE EMISSÃO/DIFUSÃO DE ENERGIA TÉRMICA (CALOR OU FRIO) NOS ESPAÇOS TRATADOS

#### Descrição de(s) solução(ões) adotada(s)

• Sistema de emissão/difusão de energia térmica composto por ventiloconvectores e 4 tubos. A introdução de ar novo nos pisos é assegurada pela UTAN, localizada na cobertura. Todos os pisos com ocupação permanente são climatizados pelo sistema centralizado. A UTAN é constituída pelos seguintes módulos no sentido de insuflação de ar: módulo de admissão de ar, secção de pré-filtragem de classe G4 (filtro plano), secção de filtragem de classe F5 (filtro de saco), recuperador de calor de faixas cruzadas, bateria de água fria, bateria de água quente e ventilador de insuflação. A montante do ventilador de extracção existe uma secção de filtragem de classe F5 (filtro de saco). Ambos os ventiladores de insuflação e de extracção têm motor de transmissão directa e variador de velocidade. Todos os filtros têm sondas de pressão diferencial para ar que permitem verificar o estado de colocação dos filtros. Nos espaços interiores a insuflação do ar é feita por difusores 4 vias instalados no tecto falso de cada piso. Tal como para a insuflação, as grelhas de extracção estão localizadas no tecto falso dos pisos.

# Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

## OUTRAS CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DO SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO (DETERMINANTES NA ECONOMIA DE ENERGIA, CONFORTO E QUALIDADE DO AR INTERIOR)

### Descrição da(s) solução(ões) adoptada(s)

- Para o controlo de alguns parâmetros dos equipamentos de produção de energia térmica, dos equipamentos da rede aérea e da rede hidráulica, existe um Sistema de Gestão Térmica (SGT). No SGT é feito o seguinte controlo:
  - Estado de funcionamento dos chillers, das bombas do circuito primário e das bombas de circuito secundário;
  - Estado de abertura das válvulas de modulação associadas;
  - Valores de temperatura da água nos vários circuitos de água, nomeadamente: entrada e saída de cada chiller e nos depósitos de inércia de água arrefecida e água aquecida;
  - Set point de temperatura de água de retorno aos chillers no Inverno e Verão;
  - Horário de funcionamento dos chillers, bombas e UTAN;
  - Set point de temperatura de Inverno e Verão e de humidade relativa de UTAN;
  - Porcentagem de abertura das válvulas de água quente e fria das baterias de UTAN;
  - Visualização dos valores de temperatura do ar de insuflação, extracção e ar novo;
  - Visualização da humidade relativa do ar de retorno e ar novo;
  - Visualização do n.º de horas de funcionamento dos ventiladores de insuflação e de extracção de UTAN.
  - Visualização das temperaturas interiores nos vários gabinetes de cada piso.
- No SGT é possível ainda visualizar mensagens de erro, com indicação das anomalias ocorridas.

## 8. ILUMINAÇÃO (INTERIOR E EXTERIOR)

Consumo nominal estimado de energia primária para iluminação interior no edifício

28308 kgpe/ano

ou fracção autónoma

### Descrição da(s) solução(ões) adoptada(s)

- O tipo de iluminação existente é constituído essencialmente por lâmpadas fluorescentes compactas, lâmpadas fluorescentes tubulares com balastros electrónicos e lâmpadas de halogéneo. Ao todo existem 11 lâmpadas T8 de 8W, 13 lâmpadas T5 de 14W, 4 lâmpadas T8 de 36W, em armaduras duplas, 4 lâmpadas fluorescentes compactas de 11W, 396 lâmpadas fluorescentes compactas de 18W, em armaduras duplas, 614 lâmpadas fluorescentes compactas, em armaduras duplas, 6 lâmpadas de halogéneo de 4W e 17 lâmpadas de halogéneo de 35W. A potência total instalada em iluminação interior é de 35,87 kW. O horário de funcionamento de iluminação interior é controlado através do SGT. O horário normal de funcionamento de iluminação é das 08h00 às 20h00, de 2.ª a 6.ª feira, coincidindo com o início do funcionamento dos escritórios e o término dos serviços de limpeza dos mesmos. O levantamento de iluminação por piso, com indicação de quantidade, potência e localização encontra-se descrito na auditoria energética.

- A iluminação exterior do edifício é constituída por 13 armaduras de fluorescentes compactas de 21W, correspondendo a uma potência total instalada de 0,31 kW. A iluminação exterior é comandada através de um relógio.

### Sugestões de medidas de melhoria associadas

- Proposta 2** A nova gama de lâmpadas fluorescentes Master Eco permite diminuir a potência da lâmpada mantendo o fluxo luminoso, com uma mera substituição da lâmpada, sem ser necessário substituir a luminária.
- Destes forma recomenda-se a substituição das lâmpadas TL-D de 35W existentes por lâmpadas TL-D eco de 32W. Por outro lado sugere-se a substituição das lâmpadas de halogéneo de 35W existentes por lâmpadas de tecnologia Led de 7W. A diminuição da potência instalada em iluminação, para além da redução do consumo em iluminação, provoca um pequeno aumento do consumo em climatização no Inverno e uma diminuição do consumo de climatização no Verão. A poupança de energia esperável incluindo a diminuição do consumo em iluminação, o aumento do consumo de climatização em aquecimento e a diminuição em arrefecimento é cerca de 1,76 kWh/ano, ou seja, 204 €. O valor de investimento inicial, incluindo a instalação, será cerca de 890 €. O investimento adicional correspondente à troca de tecnologia é cerca de 280 €. O período de retorno simples, determinado de acordo com a fórmula do Anexo XII do Decreto-Lei n.º 79/2006, de 4 de Abril, é de 2,5 anos.

## 9. PREPARAÇÃO DE ÁGUAS QUENTES SANITÁRIAS (AQS)

### SISTEMAS CONVENCIONAIS (USAM ENERGIA NÃO RENOVÁVEL)

Consumo nominal estimado de energia primária para preparação de Águas Quentes Sanitárias

1384 kgpe/ano

### Descrição da(s) solução(ões) adoptada(s)

- A produção de água quente sanitária é feita por 3 termocumuladores elétricos localizados, respectivamente, no piso -1, no piso 0 e no piso 2, com uma capacidade total de armazenamento de 200 litros, uma potência elétrica instalada de 3,9 kW e eficiência de 0,7.




## 10. OUTROS CONSUMOS (INCLUINDO EQUIPAMENTOS)

Consumo nominal estimado de energia primária


### Descrição da(s) solução(ões) adoptada(s)

- Os equipamentos consumidores de energia existentes são os seguintes:
  - 2 elevadores nos escritórios (5,2 kW cada)
  - 58 computadores, 24 impressoras, 3 digitalizadores, 1 equipamento de fax, 4 fotocopiadoras, 1 projector e 2

# Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

 <b>CERTIFICADO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR</b>   Nº CER: CE0000040904017					
Nº do prédio-qualidade: PQ00010	Data de emissão: 01/12/2010	Data de validade: 01/12/2015			
<b>televisores.</b> - 1 microondas, 1 máquina de café, 1 máquina de café (1,26 kW), 1 máquina de café, 2 frigoríficos, 2 arcos frigoríficos, 1 forno eléctrico, 1 torradeira, 1 máquina de lavar a loiça; - 3 ventiladores de extração das instalações sanitárias e zonas técnicas com uma potência total de 0,37 kW/des e 1 ventilador de extração das garagens; O levantamento dos equipamentos com indicação de quantidade, potência unitária e localização encontra-se descrito na auditoria energética.	40711 lgeplano				
- A iluminação exterior é constituída por 13 armaduras de fluorescentes compactas de 21W com 0,31 kW e iluminação do estacionamento coberto e dos armazéns (lâmpadas não úteis), constituída por lâmpadas fluorescentes tubulares 8 e uma fluorescente compacta, com 1,19 kW.	566 lgeplano				
<b>11. SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS</b>					
<b>SISTEMA DE COLECTORES SOLARES PARA PRODUÇÃO DE ÁGUA QUENTE SANITÁRIA</b>	Energia fornecida pelo sistema				
<b>Descrição de(s) solução(ões) adoptada(s)</b> - Não aplicável					
<b>Sugestões de medidas de melhoria associadas</b> <b>Proposta 3</b> Recomenda-se a instalação de um sistema de produção de água quente sanitária constituído por um sistema solar térmico de circulação forçada composto por um coletor solar plano com 2,1 m <sup>2</sup> , instalado na cobertura plana, com azimute Sul e inclinação de 38° associado a um depósito com capacidade de acumulação de 200 litros, com permutador de calor em serpentina, localizado no interior do edifício e a instalar na posição vertical. O coletor solar deverá ter certificação "Solar Keymark", ser instalado por um instalador acreditado pela DGEEG e ser objeto de um contrato de manutenção do sistema válido por um período mínimo de 6 anos. O custo do investimento para esta medida de melhoria será de aproximadamente 2000 € para uma redução anual estimada nos custos de energia de 235€.					
<b>OUTROS SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE FONTES DE ENERGIAS RENOVÁVEIS</b>	Energia fornecida pelo sistema				
<b>Descrição de(s) solução(ões) adoptada(s)</b> - Neste edifício existe ainda a microprodução de energia eléctrica por painéis fotovoltaicos para consumo interno. O sistema foi instalado ao abrigo de programas comunitários de demonstração O projecto decorre em 1985, tendo entrado em actividade provavelmente em 1997, o que significa que estes painéis têm cerca de 13 anos. O sistema solar é composto por 52 painéis fotovoltaicos perfazendo uma área total de 52 m <sup>2</sup> , instalados nas coberturas planas dos pisos 2 e 3, com azimute Sul e sem obstruções assinaláveis do horizonte. As características dos painéis não são conhecidas apenas é do conhecimento da EDP que a potência eléctrica instalada seria de 5kW e que estão directamente ligados à rede do edifício através de um inversor e de um transformador.	5730 kWh/ano				
<b>12. CAUDAIS DE AR NOVO POR ESPAÇO</b>					
<b>Descrição do espaço</b> - Não aplicável	<b>Caudal de ar novo</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>de solução</th> <th>mínimo regulamentar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	de solução	mínimo regulamentar		
de solução	mínimo regulamentar				
<b>13. CONCENTRAÇÕES DOS PRINCIPAIS POLUENTES NO AR INTERIOR (MEDIDOS EM AUDITORIA)</b>					
<b>Descrição sucinta da metodologia utilizada, observações, resultados e conclusões</b> - Para as medições de QAI, as zonas do edifício foram seleccionadas tendo em conta a actividade desenvolvida em cada espaço. Desta forma, para este edifício foram consideradas 5 zonas distintas: Recepção, Bar, Gabinetes, Open Space e Salas de reunião/formação, tendo sido realizadas medições em 11 pontos no interior do edifício. Foi ainda avaliada um ponto no exterior para efeitos de comparação com os valores encontrados no interior. Não foram realizadas análises ao Radão pois Faro não é um dos distritos em que a pesquisa deste parâmetro seja obrigatória. Relativamente à pesquisa de Legionella, de forma a garantir a representatividade dos terminais de amostragem, foram seleccionados 2 pontos de colheita: um no chuveiro do piso-1 e outro na válvula de descarga do respectivo termocumulador de AQS. No entanto, não foi possível realizar esta última recolha uma vez que não foi tecnicamente viável aceder à válvula de descarga do equipamento. Face aos resultados apresentados e tendo em consideração a legislação de referência verificou-se que, para todos os pontos de medição, as concentrações encontram-se inferiores à respectiva concentração máxima de referência (CMR). Foi feita a avaliação visual das respectivas condições ambientais e higiénicas de todos os equipamentos acessíveis do sistema de climatização. Da inspeção conclui-se que os equipamentos acessíveis encontram-se em bom estado de limpeza e conservação. Especificamente, no que concerne à unidade de tratamento de ar, foi possível realizar a inspeção aos respectivos filtros e restantes componentes das unidades. De uma forma geral, os filtros inspeccionados são substituídos de acordo com o plano de manutenção estabelecido encontrando-se, no entanto, alguns já com algum grau de sujidade tendo sido sugerida a substituição dos mesmos. O relatório da auditoria de QAI que evidencia todos os aspectos foi: <a href="http://ecbague.ap.pceinterior">http://ecbague.ap.pceinterior</a>	<b>Data da auditoria</b> 24/11/2010				
Entidade promotora: 	Entidade executora: 	<b>AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE</b> <small>INSTITUTO NACIONAL DE AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL</small>			

# Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro


**CERTIFICADO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR** | Nº CER: CE0000040904017  
 Nº do prédio certificado: PQ09015 | Data de emissão: 31/12/2010 | Data de validade: 31/12/2013

Valores verificados em auditoria para os principais parâmetros e poluentes	Concentração medida	Concentração máxima de referência
Partículas suspensas no ar com diâmetro inferior a 10 microns (PM10)	0,04 mg/m <sup>3</sup>	0,15 mg/m <sup>3</sup>
Dióxido de Carbono	881 mg/m <sup>3</sup>	1800 mg/m <sup>3</sup>
Monóxido de Carbono	0,0000 mg/m <sup>3</sup>	12,5 mg/m <sup>3</sup>
Ozono	0,1 mg/m <sup>3</sup>	0,2 mg/m <sup>3</sup>
Formaldeído	0,0000 mg/m <sup>3</sup>	0,1 mg/m <sup>3</sup>
Compostos Orgânicos Voláteis Totais	0,0000 mg/m <sup>3</sup>	0,6 mg/m <sup>3</sup>
Microrganismos - bactérias	440 UFC/m <sup>3</sup>	500 UFC/m <sup>3</sup>
Microrganismos - fungos	93 UFC/m <sup>3</sup>	500 UFC/m <sup>3</sup>
Legionella	0,0000 UFC/l	100 UFC/l
Radão	Bq/m <sup>3</sup>	400 Bq/m <sup>3</sup>

**Sugestões de medidas de melhoria associadas**

**Proposta 4** De forma a manter os níveis de concentração de poluentes abaixo dos limites cumprindo com os requisitos de Qualidade do Ar Interior, recomenda-se que o ventilador de insuflação de ar da unidade de tratamento de ar se mantenha em funcionamento durante todo o período de ocupação dos espaços interiores do edifício.

### 14. CONDUÇÃO E MANUTENÇÃO DAS INSTALAÇÕES E SISTEMAS ENERGÉTICOS

**Descrição da(s) solução(ões) e/ou estratégia(s) adoptada(s) e elementos relevantes**

• Os equipamentos que compõem o sistema de climatização encontram-se em bom estado de conservação e a funcionar correctamente. A manutenção é assegurada por uma empresa credenciada em modo de outsourcing, dispondo de técnico de instalação e manutenção de climatização (TQM II) credenciado que acumula a função de técnico de qualidade de ar interior (TQAI), existindo um plano de manutenção preventivo adequado aos equipamentos e sistemas do edifício (unidades interiores, rede de fluido frigorífero, unidade de tratamento de ar, chiller/bomba de calor, split, ventiladores, quadros eléctricos) preparado pelo técnico responsável pelo funcionamento dos sistemas energéticos de climatização do edifício (TSEP). Foram apresentadas evidências de que esta informação se encontra disponível de forma completa prevista no RSEICE, dando cumprimento do previsto no Artigo 19.º do referido regulamento.

**Sugestões de medidas de melhoria associadas**

**Proposta 1** O consumo mensal de energia conhecido refere-se apenas ao total do edifício e é citado a partir das faturas eléctricas. Tendo em conta que este edifício foi abrangido por Auditoria Energética com uma periodicidade de 5 anos esta importante a instalação de contadores parciais, nomeadamente nos quadros eléctricos do ar condicionado, e promover a leitura e o registo periódico dos mesmos, no mínimo mensal. Esta ferramenta permite acumular um histórico de consumos, importante para a próxima Auditoria Energética, já que esta deve ser feita com a referência de 3 anos de consumo. É esperável com a aplicação desta medida e de acções correctivas dela decorrentes, uma redução nos consumos de energia, uma vez que se poderão detectar algumas anomalias durante o funcionamento normal da instalação.

**Proposta 5** As condições de higiene e de manutenção dos sistemas de A/VAC são um dos factores fundamentais na garantia de uma boa QAI nos espaços que esses sistemas servem, pelo que se recomenda a verificação do estado de contaminação, odores e de conservação dos filtros de UTAN e restantes componentes, com a periodicidade estabelecida no plano de manutenção, e a antecipada substituição dos filtros de ar caso seja necessário. Relativamente aos filtros utilizados de classe F5 acrescentamos que estes não são laváveis pelo que devem ser sempre sujeito a substituição. Adicionalmente recomenda-se manter a limpeza periódica de todas instalações e equipamentos com especial incidência nos locais com ocupação permanente.

### 15. TÉCNICOS RESPONSÁVEIS

**TÉCNICO RESPONSÁVEL PELO FUNCIONAMENTO DOS SISTEMAS ENERGÉTICOS DE CLIMATIZAÇÃO E PELA QAI**

Nome do técnico: <b>Mário Alberto Mano Gomes</b>	
Ordem ou Associação Profissional: <b>Asat</b>	Nº de membro: <b>69326</b>

**TÉCNICO DE INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO**

Nome do técnico: <b>Manuel José da Silva Siqueiras</b>	
Empresa: <b>Satecnica - Sociedade Electrónica, S.A.</b>	Nº de alvará (IMOPPI / tvCI): <b>85</b>

# Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro



CERTIFICADO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR | Nº CER: CE0000040904017  
 Nº do prédio certificado: P020035 | Data de emissão: 01/12/2010 | Data de validade: 01/12/2013

## TÉCNICO DE QUALIDADE DO AR INTERIOR

Nome do Técnico: Manuel José da Silva Saegues	
Empresa: Satecnica - Sociedade Electrónica, S.A.	Nº de alvará IMOPPI / INCI: 55

## 16. INPECÇÕES PERIÓDICAS A CALDEIRAS, SISTEMAS DE AQUECIMENTO E EQUIP. DE AR CONDICIONADO

### CALDEIRAS

Principais resultados da(s) inspecção(ões) realizada(s):

- Não aplicável

### SISTEMAS DE AQUECIMENTO COM CALDEIRAS

Principais resultados da(s) inspecção(ões) realizada(s):

- Não aplicável

### EQUIPAMENTOS DE AR CONDICIONADO

Principais resultados da(s) inspecção(ões) realizada(s):

- Não aplicável

## OBSERVAÇÕES E NOTAS AO PRESENTE CERTIFICADO ENERGÉTICO E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR

O presente Certificado Energético e da Qualidade do Ar Interior refere-se a um imóvel existente no âmbito do Sistema de Certificação Energética.

O valor total de área apresentado corresponde ao somatório de 3575,71 m<sup>2</sup> de área útil e 465,55 m<sup>2</sup> de espaços complementares (armazéns e estacionamento).  
 Os valores máximos para os coeficientes de transmissão térmica (U<sub>max</sub>) indicados, para a envolvente opaca são apenas aplicáveis a novos edifícios, devendo, no entanto, ser tomados como referência para efeitos de identificação de oportunidades de melhoria.  
 Para a determinação dos coeficientes de transmissão térmica das paredes de alvenaria, das coberturas e dos pavimentos foi adoptada a simplificação da NT-SCE-01.  
 Para determinação do nível de infiltrações foi utilizada a metodologia apresentada no D.L. 60/2006.  
 Para a determinação de área útil de pavimento foi utilizada a regra de simplificação da NT-SCE-01, relativa à necessidade de reduzir o valor de área em 10%, em consequência de ter sido contabilizada a área de contacto das paredes interiores com o pavimento.  
 A metodologia de verificação do cumprimento dos requisitos de QAI foi a definida na Nota Técnica NT-SCE-02 de Março de 2008, publicada pela ADENE, cumprindo-se com os requisitos do cálculo do número de pontos, tipo e características dos equipamentos utilizados nas medições e o período de amostragem.  
 A documentação entregue pelo promotor foi a seguinte:  
 - Cópia de caderneta predial;  
 - Cópia do registo na conservatória predial;  
 - Planos de arquitectura;  
 - Alguns elementos do projecto de RUA/C.  
 Por falta de melhor informação considerou-se o ano de inscrição na matriz como o ano de construção do edifício.  
 Os levantamentos e medições foram efectuados em 8 e 9 de Setembro de 2010. As visitas foram acompanhadas pelo Sr. Eng Rívito Fernandes da manutenção.



# Anexo B – “OUTPUTS” do Simulador REVIT

## Simulação Energética – Modelo Calibrado

### Energy Analysis Report



Modelo (9)

Modelo

Analyzed at 7/14/2015 12:46:43 PM

### Energy Analysis Result



#### Building Performance Factors

Location:	37.0255432128906,-7.90845155715942
Weather Station:	125078
Outdoor Temperature:	Max: 34°C/Min: 3°C
Floor Area:	1,922 m <sup>2</sup>
Exterior Wall Area:	960 m <sup>2</sup>
Average Lighting Power:	10.55 W / m <sup>2</sup>
People:	68 people
Exterior Window Ratio:	0.48
Electrical Cost:	\$0.13 / kWh
Fuel Cost:	\$1.22 / Therm

#### Energy Use Intensity

Electricity EUI:	151 kWh / sm / yr
Fuel EUI:	188 MJ / sm / yr
Total EUI:	732 MJ / sm / yr

#### Life Cycle Energy Use/Cost

Life Cycle Electricity Use:	8,706,252 kWh
Life Cycle Fuel Use:	10,862,628 MJ
Life Cycle Energy Cost:	\$560,591

\*30-year life and 6.1% discount rate for costs

#### Renewable Energy Potential

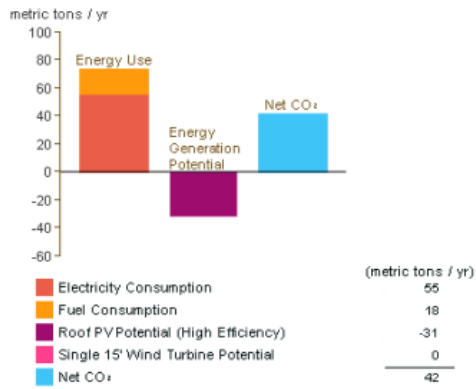
Roof Mounted PV System (Low efficiency):	55,446 kWh / yr
Roof Mounted PV System (Medium efficiency):	110,892 kWh / yr
Roof Mounted PV System (High efficiency):	166,338 kWh / yr
Single 15' Wind Turbine Potential:	1,550 kWh / yr

\*PV efficiencies are assumed to be 5%, 10% and 15% for low, medium and high efficiency systems

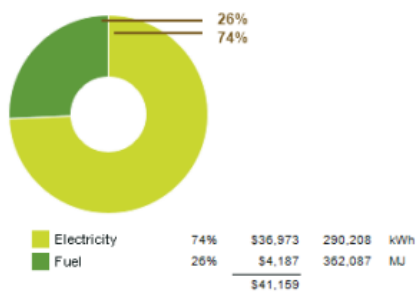
# Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

## Energy Analysis Report

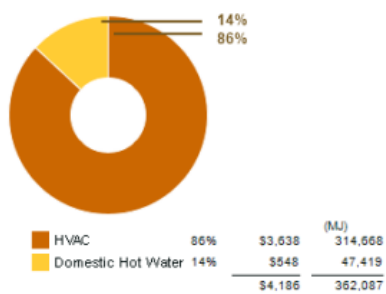
### Annual Carbon Emissions



### Annual Energy Use/Cost



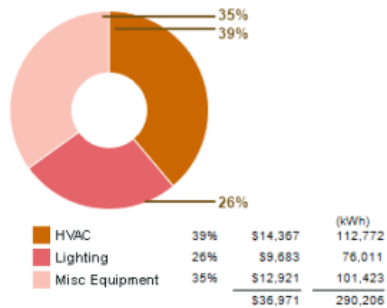
### Energy Use: Fuel



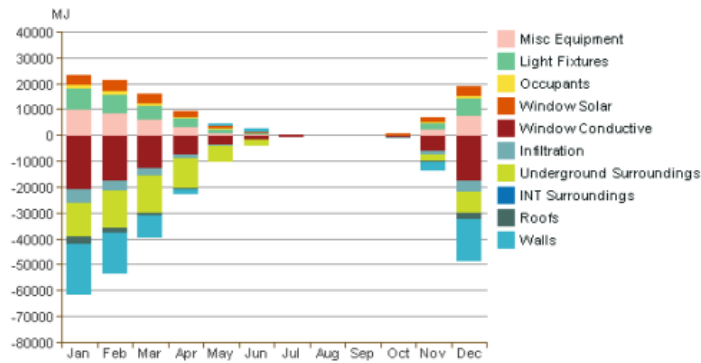
### Energy Use: Electricity

# Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

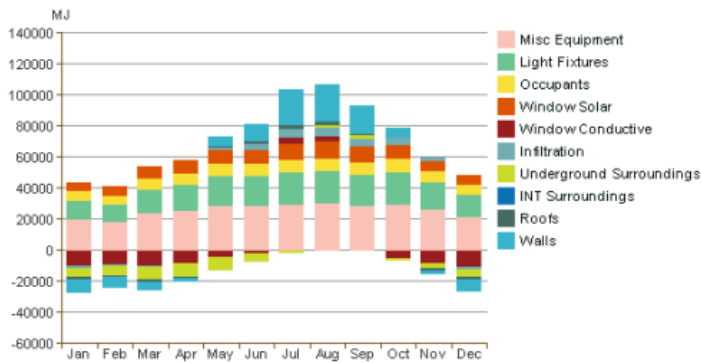
## Energy Analysis Report



### Monthly Heating Load



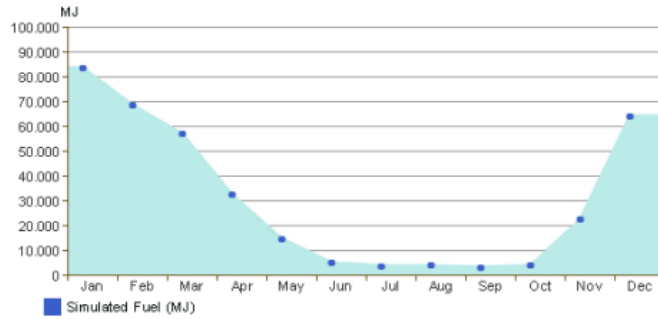
### Monthly Cooling Load



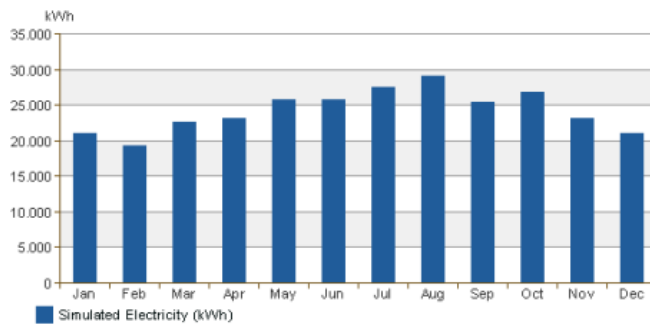
### Monthly Fuel Consumption

# Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

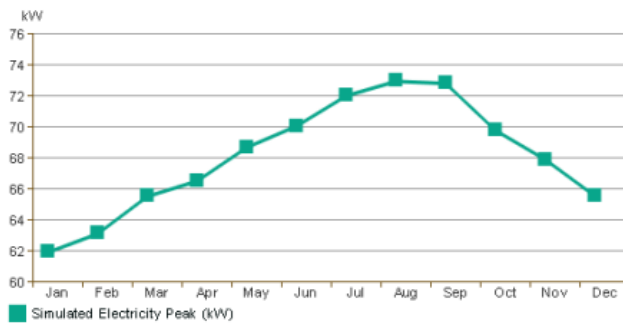
## Energy Analysis Report



### Monthly Electricity Consumption



### Monthly Peak Demand



### Annual Wind Rose (Speed Distribution)

## Simulação Energética Medida 1 – Sistema de Novos Vãos Envidraçados

Energy Analysis Report



Project8 (29)

Envidraçados

Analyzed at 7/14/2015 4:25:34 PM

Energy Analysis Result



### Building Performance Factors

Location:	37.0255432128906,-7.90845155715942
Weather Station:	125078
Outdoor Temperature:	Max: 34°C/Min: 3°C
Floor Area:	1,922 m <sup>2</sup>
Exterior Wall Area:	960 m <sup>2</sup>
Average Lighting Power:	10.55 W / m <sup>2</sup>
People:	68 people
Exterior Window Ratio:	0.48
Electrical Cost:	\$0.13 / kWh
Fuel Cost:	\$1.22 / Therm

### Energy Use Intensity

Electricity EUI:	125 kWh / sm / yr
Fuel EUI:	103 MJ / sm / yr
Total EUI:	552 MJ / sm / yr

### Life Cycle Energy Use/Cost

Life Cycle Electricity Use:	7,198,977 kWh
Life Cycle Fuel Use:	5,933,550 MJ
Life Cycle Energy Cost:	\$447,535

\*30-year life and 6.1% discount rate for costs

### Renewable Energy Potential

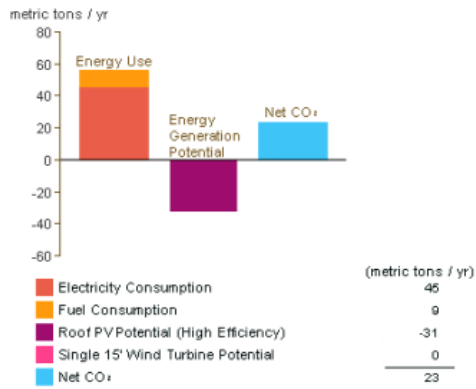
Roof Mounted PV System (Low efficiency):	55,446 kWh / yr
Roof Mounted PV System (Medium efficiency):	110,892 kWh / yr
Roof Mounted PV System (High efficiency):	166,338 kWh / yr
Single 15' Wind Turbine Potential:	1,550 kWh / yr

\*PV efficiencies are assumed to be 5%, 10% and 15% for low, medium and high efficiency systems

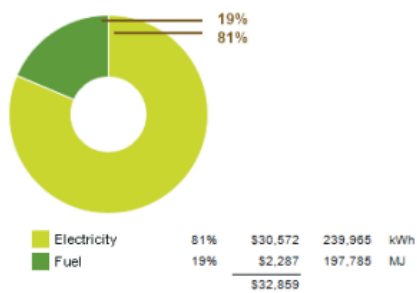
# Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

## Energy Analysis Report

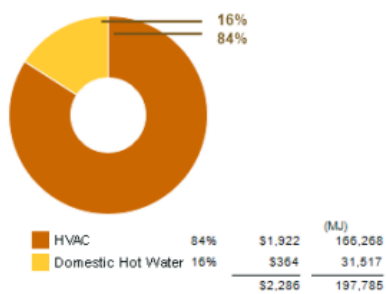
### Annual Carbon Emissions



### Annual Energy Use/Cost



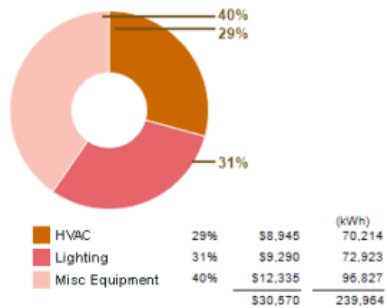
### Energy Use: Fuel



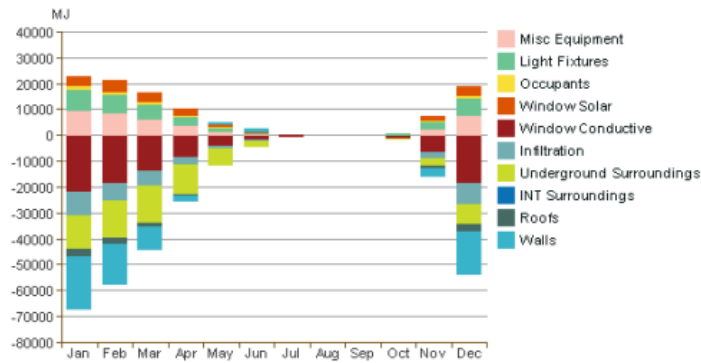
### Energy Use: Electricity

# Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

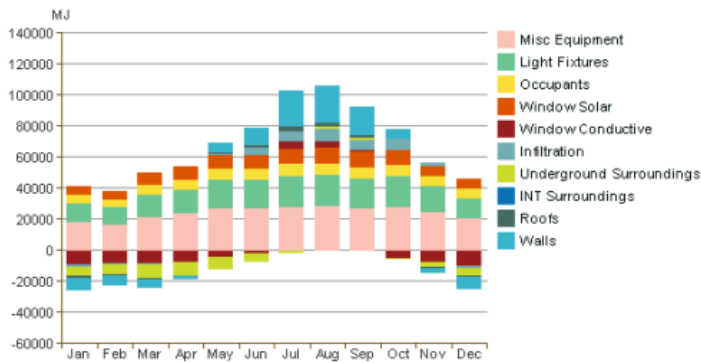
## Energy Analysis Report



### Monthly Heating Load



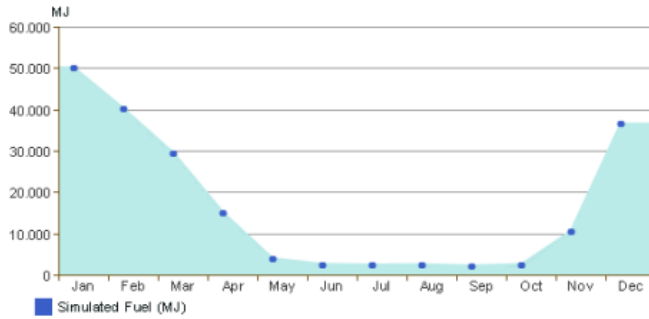
### Monthly Cooling Load



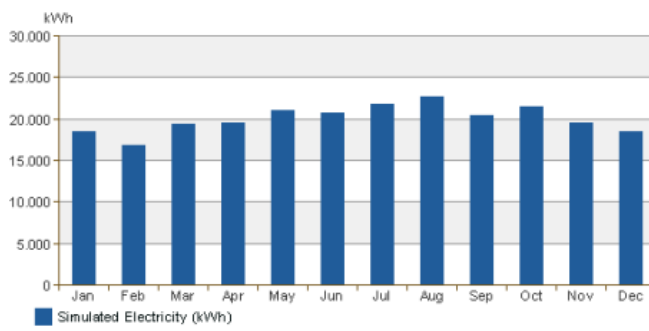
### Monthly Fuel Consumption

# Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

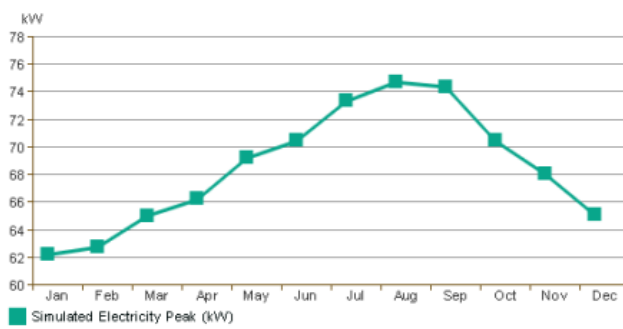
## Energy Analysis Report



### Monthly Electricity Consumption



### Monthly Peak Demand



### Annual Wind Rose (Speed Distribution)

## Simulação Energética Medida 2 – Melhoria dos Elementos Construtivos das Fachadas

Energy Analysis Report



Paredes Exteriores

Project

Analyzed at 7/14/2015 6:21:13 PM

Energy Analysis Result



### Building Performance Factors

Location:	37.0255432128906,-7.90845155715942
Weather Station:	125078
Outdoor Temperature:	Max: 34°C/Min: 3°C
Floor Area:	1,880 m <sup>2</sup>
Exterior Wall Area:	960 m <sup>2</sup>
Average Lighting Power:	10.55 W / m <sup>2</sup>
People:	66 people
Exterior Window Ratio:	0.48
Electrical Cost:	\$0.13 / kWh
Fuel Cost:	\$1.22 / Therm

### Energy Use Intensity

Electricity EUI:	125 kWh / sm / yr
Fuel EUI:	139 MJ / sm / yr
Total EUI:	590 MJ / sm / yr

### Life Cycle Energy Use/Cost

Life Cycle Electricity Use:	7,051,488 kWh
Life Cycle Fuel Use:	7,867,065 MJ
Life Cycle Energy Cost:	\$449,154

\*30-year life and 6.1% discount rate for costs

### Renewable Energy Potential

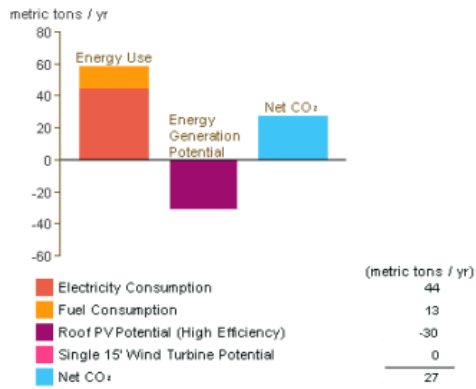
Roof Mounted PV System (Low efficiency):	52,830 kWh / yr
Roof Mounted PV System (Medium efficiency):	105,661 kWh / yr
Roof Mounted PV System (High efficiency):	158,491 kWh / yr
Single 15' Wind Turbine Potential:	1,550 kWh / yr

\*PV efficiencies are assumed to be 5%, 10% and 15% for low, medium and high efficiency systems

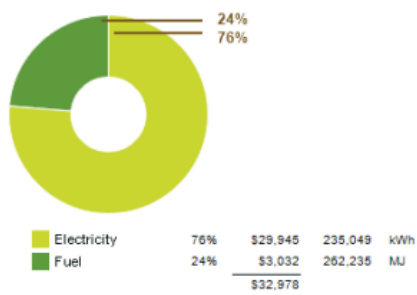
# Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

## Energy Analysis Report

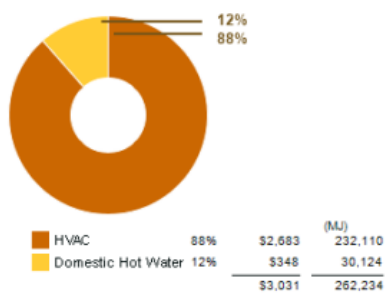
### Annual Carbon Emissions



### Annual Energy Use/Cost



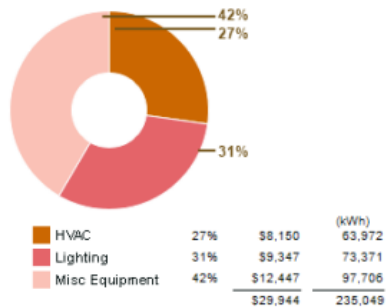
### Energy Use: Fuel



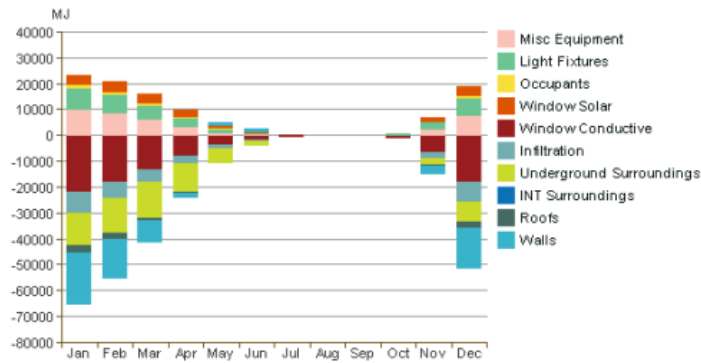
### Energy Use: Electricity

# Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

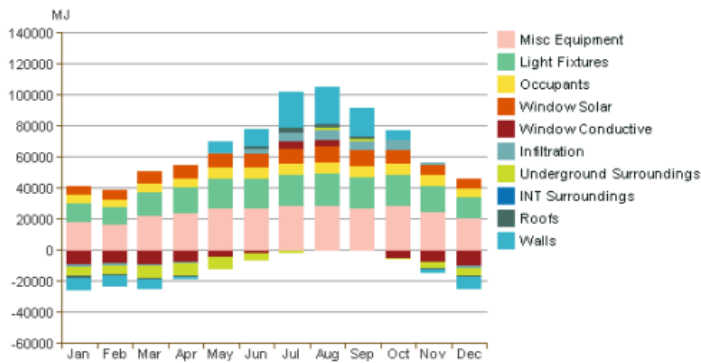
## Energy Analysis Report



### Monthly Heating Load



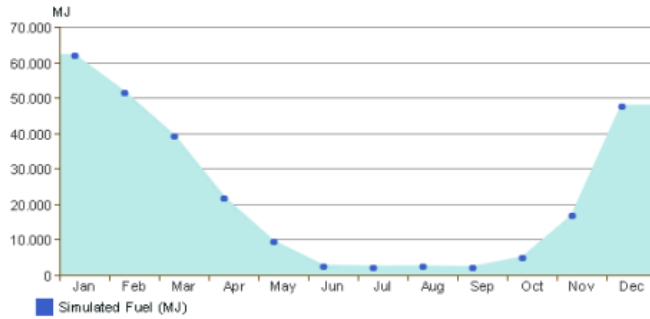
### Monthly Cooling Load



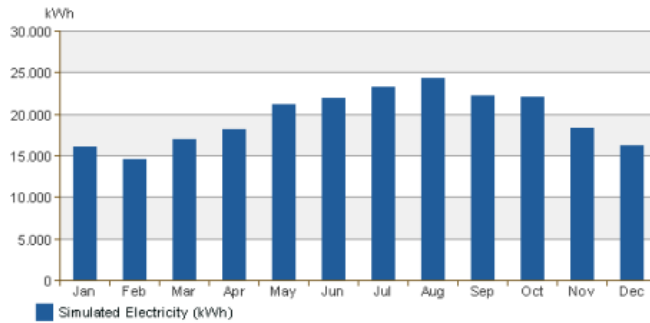
### Monthly Fuel Consumption

# Convergência para NZEB – Um caso de estudo de um edifício de serviços em Faro

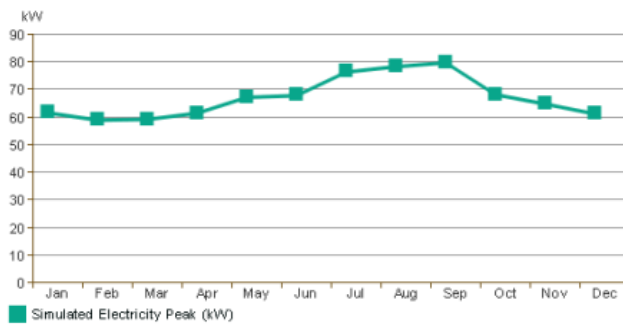
## Energy Analysis Report



### Monthly Electricity Consumption



### Monthly Peak Demand



### Annual Wind Rose (Speed Distribution)

# Anexo C – Características técnicas dos Elementos Utilizados

## Medida 1 – Sistema de Novos Vãos Envidraçados

Comprovado *know-how* técnico aliado ao *Design*

O SISTEMA **T70<sub>d</sub>**

### Poupança de Energia garantida pelo isolamento térmico reforçado\*

No NOVO Sistema de janelas T70, pode confirmar todas as qualidades que caracterizam os produtos DELEME:

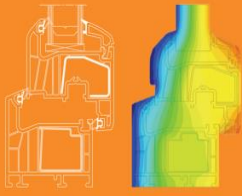
**ELEVADA PERFORMANCE TÉRMICA**

\*O isolamento térmico é medido pelo coeficiente U, sendo maior o isolamento se os coeficientes forem mais baixos. Dependendo do tipo de janela e do vidro utilizado, a DELEME consegue factores térmicos que podem chegar a U=0,9 W/m<sup>2</sup>.K). Consulte os nossos pontos de venda.

**EXCELENTE ISOLAMENTO ACÚSTICO**  
(Ganho de 40dB com vidro especial)

**GARANTIA DE 15 ANOS**  
(nas condições do Certificado de Garantia DELEME)

Com 5 câmaras de isolamento no ar e 5 ou 4 câmaras na folha (conforme a versão escolhida), o sistema T70 oferece uma excelente performance térmica com poupanças de energia nos seus custos energéticos. Além disso, a janela T70 é agradável ao olhar pela sua leveza e linhas refinadas.



### Ferragens Exclusivas



- 1 • Dóbradiças aparafusadas sempre nos reforços de aço da arma e da folha
- 2 • Dispositivo de bloqueio em forma de cogonelo e ferragens de segurança
- 3 • Dispositivo anti-furto no conjunto oculto-batente
- 4 • Ventilação de rede em todas as janelas com oculto-batente
- 5 • Ferragens de cor tratada uniforme bem como 6l de elevada qualidade que respeitam o ambiente
- 6 • Regulação tridimensional para assegurar a estanqueidade óptima
- 7 • Ajustamento em altura para assegurar o equilíbrio e a estética da janela com oculto-batente
- 8 • Sistema de fecho dos batentes que evita a abertura intempestiva da janela pela acção do vento
- 9 • Picho de manuseamento fácil e confortável

**Cores • OPÇÕES EM MADEIRA**  
OU CORES • 1 OU 2 LADOS



### Longevidade e Segurança

100% de reforços múltiplos em aço galvanizado de 1,25mm de espessura - no interior de todos os arcos e folhas;

Ferragens exclusivas de segurança na versão standard;

Possibilidade de vidros especiais duplos e triplos;

Elevada estanqueidade (com preservação total da câmara interior).

### Isolamento

Juntas de estanqueidade em dupla e tripla matéria, soldadas;

5 câmaras de isolamento no ar e 4 câmaras na folha;

Elevadas performances térmicas e acústicas.

### Eficiência Energética

O isolamento térmico reforçado, a solução oculto-batente nobre, a elevada qualidade das juntas e o serviço de montagem DELEME asseguram uma elevada eficiência energética.

### Estética

Excelente adaptação para obras de renovação.

### Isolamento Térmico

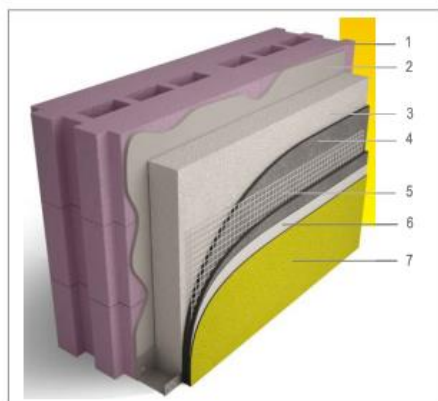
SOLUÇÕES BASE DELEME	TIPO DE VIDRO	TRANSMISSÃO			
		FACTOR UV	FACTOR ENERGIA	FACTOR TÉRMICO (ISO 15090:2007)	FACTOR TÉRMICO (EN 12531)
Standard	Planilux 6mm-18-4mm	41%	67%	2,7	2,5
Térmica base	Planitherm total 6mm-18-planilux 4mm	32%	52%	1,4	1,5
Térmica especial	Planitherm total 6mm	32%	52%	1,2	1,4
Térmica total	Planitherm Ultra N 6mm-18 com argon 90%-planilux 4mm	31%	51%	1,1	1,3

## Medida 2 – Melhoria dos Elementos Construtivos das Fachadas



Sistema **weber.therm classic** – Pág 2/19

### 2. COMPONENTES PRINCIPAIS DO SISTEMA **weber.therm classic**



- 1 Alvenaria em Bloco Térmico Leca®
- 2 Argamassa de colagem: **weber.therm pro**
- 3 Placa isolante: **weber.therm EPS**
- 4 Argamassa de revestimento (2 camadas): **weber.therm pro**
- 5 Rede de reforço: **weber.therm rede normal**
- 6 Primário de regularização: **weber.prim regulador**
- 7 Acabamento colorido: gama **weber.plast**

### 3. CONDIÇÕES GERAIS PARA APLICAÇÃO DO SISTEMA **weber.therm classic**

- Não aplicar o sistema em fachadas com inclinação superior a 45°.
- Não aplicar as argamassas com temperaturas atmosféricas inferiores a 5°C e superiores a 30°C.
- Evitar a aplicação em situação de vento forte.
- Não aplicar os materiais na eventualidade de poderem apanhar chuva enquanto não estiverem secos.
- Evitar a aplicação dos materiais sob a incidência directa dos raios solares.
- Não iniciar a aplicação do sistema sobre suportes em que não tenha decorrido pelo menos um mês sobre a sua execução (alvenarias, betão, reboco), para que se encontrem em condições de estabilidade e secagem adequadas.
- As placas isolantes são fixadas ao respectivo suporte por colagem com a(s) argamassa(s) especificadas; deverá ser prevista no entanto uma fixação mecânica adicional nas condições previstas em "5.4 Fixação mecânica das placas" (pág. 7).
- Os limites inferiores do sistema, quando expostos, deverão ser realizados com perfis adequados em alumínio ou PVC, que promovam a protecção mecânica do mesmo (**weber.therm perfil de arranque**).
- As esquinas do sistema deverão ser reforçadas com perfis adequados (**weber.therm perfil de esquina**).
- Prever a utilização de elementos arquitectónicos (rufos, beirados, peitoris, etc.) de desenho adequado, que protejam superiormente o sistema de infiltrações de água da chuva e evitem a sua escorrência directa sobre as superfícies da fachada, procurando dificultar a acumulação indesejada de detritos e sujidades.
- Respeitar as juntas estruturais existentes na fachada, interrompendo o sistema, e proceder à sua selagem com recurso a perfil de remate adequado (**weber.therm perfil de junta de dilatação**).
- Realizar os remates do sistema contra elementos rígidos (peitoris, caixilharias, paredes, elementos estruturais, etc.) através da introdução de juntas (ao nível da placa de isolamento), preenchidas com material deformável e impermeável do tipo mastique.

MOD.FT.106 / 02  
20-03-2012



Saint-Gobain Weber Portugal, S.A. • Zona Industrial de Taboira, Apartado 3018, 2801-101 Aveiro • tel : +351 234 10 10 10  
Assistência Técnica Telefónica: 800 200 025 • fax : +351 234 30 11 48 • www.weber.com.pt

SAINT-GOBAIN

### Medida 3 – Previsão de Produção da Unidade de Minigeração Solar Fotovoltaica

<b>Garantia de funcionamento</b>	Módulos: - 10 anos (produto) - 3% perdas por degradação no primeiro ano e 0,68% para os anos seguintes no 25º ano a potência do módulo é no mínimo de 80,7% Inversor: 5 anos Restantes equipamentos: 2 anos
<b>Performance ratio mínimo</b>	78,60%
<b>Disponibilidade</b>	98%
<b>Método de cálculo utilizado</b>	Software PVSYST
<b>Produção estimada</b>	20,58 MWh/ano (1º ano)
<b>Versão software</b>	PVSYST V5.51
<b>Dados meteorológicos</b>	PVGIS

		14,21 kWp / 12 kWn		Tarifa pool <sup>(3)</sup> (€/kWh)	
Ano		Produção <sup>(1)</sup> (MWh)	Valor <sup>(2)</sup> (€/ano)		
2012	1	20,58	4.114 €	2027	0,0910
2013	2	20,43	4.085 €	2028	0,0936
2014	3	20,29	4.057 €	2029	0,0963
2015	4	20,15	4.028 €	2030	0,0990
2016	5	20,01	4.000 €	2031	0,1020
2017	6	19,87	3.972 €	2032	0,1050
2018	7	19,73	3.944 €	2033	0,1080
2019	8	19,59	3.917 €	2034	0,1111
2020	9	19,45	3.889 €	2035	0,1141
2021	10	19,32	3.862 €	2036	0,1183
2022	11	19,18	3.835 €		
2023	12	19,05	3.808 €		
2024	13	18,91	3.782 €		
2025	14	18,78	3.755 €		
2026	15	18,65	3.729 €		
2027	16	18,52	1.685 €		
2028	17	18,39	1.721 €		
2029	18	18,26	1.758 €		
2030	19	18,13	1.795 €		
2031	20	18,00	1.836 €		
2032	21	17,88	1.877 €		
2033	22	17,75	1.917 €		
2034	23	17,63	1.959 €		
2035	24	17,51	1.997 €		
2036	25	17,38	2.056 €		

<sup>(1)</sup> Cenário mais conservador:  
Garantia linear de manutenção da potência nominal (97% da potência nominal no primeiro ano, com redução máxima de 0,7% após segundo ano)

<sup>(2)</sup> Considerada tarifa bonificada de 199,95 €/MWh (Tarifa Base 2012 reduzida em 7%) - a aplicar nos 1<sup>os</sup> 15 anos

<sup>(3)</sup> Estimada, a aplicar a partir do 16º ano

## Medida 4 – Sistema de Iluminação LED

LÂMPADAS | LÂMPADAS LED E EQUIPAMENTOS

### MASTER LedTube GA NOVIDADE

MASTER LedTube GA é uma alternativa às lâmpadas fluorescentes, que resulta muito eficaz para economizar energia. Estas inovadoras soluções melhoram a impressão geral de qualquer sala e ao mesmo tempo reduzem a percepção de encandeamento. A longa duração do produto e a sua excelente manutenção luminica minimizam a complicação que supõem as mudanças de lâmpadas, além de reduzir os custos de manutenção.

Versões	Master LedTube GA: solução LED que substitui as lâmpadas fluorescentes obtendo maior economia de energia. Em aplicações com equipamento EM, é necessário a utilização do starter protector especial. Se leva equipamento EL, a lâmpada funciona directamente da rede, sem necessitar de arrancador. Master LedTubeGA200: oferece maior fluxo luminoso. Com equipamento EM, é necessário a utilização do starter protector especial. Esta lâmpada não funciona directamente da rede.
Equivalências	*Em tamanho, não em fluxo. 10W=18W, 19W=36W, 25W=58W, 13W=18W, 25W=36W, 34W=58W
Temperatura de cor	4000K, 6500K
Reprodução cromática	85
Vida útil	40.000 horas
Regulação e Controlo	Não
Abertura de feixe	120° e 240°



EOC	Descrição	Eqipa. EM retrofit	Eqipa. EL retrofit	Directo da Rede
<b>Master LedTube</b>				
20125000	MASTER LEDtube GA 600mm 10W 840 G13	✓	X	✓
20127400	MASTER LEDtube GA 600mm 10W 865 G13	✓	X	✓
92075800	MASTER LEDtube GA 900 mm 17W 840 G13	✓	X	✓
92077200	MASTER LEDtube GA 900 mm 17W 865 G13	✓	X	✓
20131100	MASTER LEDtube GA 1200mm 19W 840 G13	✓	X	✓
20133500	MASTER LEDtube GA 1200mm 19W 865 G13	✓	X	✓
15009100	MASTER LEDtube GA 1500mm 25W 840 G13	✓	X	✓
15010700	MASTER LEDtube GA 1500mm 25W 865 G13	✓	X	✓
<b>Master LedTube 200</b>				
17876700	MASTER LEDtube GA200 600mm 13W 840 G13	✓	X	X
17878100	MASTER LEDtube GA200 1200mm 25W 840 G13	✓	X	X
<b>Master LedTube 210</b>				
19860400	MASTER LEDtube GA210 1500mm 34W 840 G13	✓	X	✓

#### MASTER LEDTube GA G13

	U.E.	Paleta	EOC	EUROS
MASTER LEDtube GA 600mm 10W 840	10	300	20125000	44,84
MASTER LEDtube GA 600mm 10W 865	10	300	20127400	44,84
MASTER LEDtube GA 900mm 17W 840	10	300	92075800	58,81
MASTER LEDtube GA 900mm 17W 865	10	300	92077200	58,81
MASTER LEDtube GA 1200mm 19W 840	10	300	20131100	66,73
MASTER LEDtube GA 1200mm 19W 865	10	300	20133500	66,73
MASTER LEDtube GA 1500mm 25W 840	10	300	15009100	90,16
MASTER LEDtube GA 1500mm 25W 865	10	300	15010700	90,16

#### MASTER LEDTube GA 200 G13

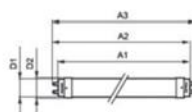
	U.E.	Paleta	EOC	EUROS
MASTER LEDtube GA 200 600mm 13W 840	10	540	17876700	40,22
MASTER LEDtube GA 200 1200mm 25W 840	10	540	17878100	61,45

#### MASTER LEDTube GA 210 G13

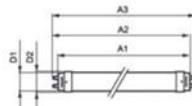
	U.E.	Paleta	EOC	EUROS
MASTER LEDtube GA 210 1500mm 34W 840	10	540	19860400	121,73

#### MASTER LEDTube Starter

	U.E.	Paleta	EOC	EUROS
MASTER LEDtube Starter EMP 050 CP	40	9980	15720500	1,23



MASTER LEDTUBE GA G13



MASTER LEDTUBE GA 200 G13



MASTER LEDTUBE STARTER

