



Universidade do Algarve

*Implementação de um Plano de Medição e Verificação de
Eficiência Energética num Edifício de Serviços*

Rui Emanuel de Barqueira Justo

Projeto para obtenção do grau de Mestre em Energia
e Climatização de Edifícios

Trabalho realizado sob a orientação do Prof. Raul Lana Miguel

2013



Universidade do Algarve

*Implementação de um Plano de Medição e Verificação de
Eficiência Energética num Edifício de Serviços*

Rui Emanuel de Barqueira Justo

Projeto para obtenção do grau de Mestre em Energia
e Climatização de Edifícios

Trabalho realizado sob a orientação do Prof. Raul Lana Miguel

2013

Implementação de um Plano de Medição e Verificação de Eficiência Energética num Edifício de Serviços

DECLARAÇÃO DE AUTORIA DE TRABALHO

Declaro ser o autor deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

Copyright Rui Emanuel de Barqueira Justo

A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicitar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

A realização de um projeto final de mestrado, não pode e deve ser desagregado de todo o mestrado.

Por esse motivo quero expressar os meus agradecimentos a todo o corpo docente do Mestrado em Energia e Climatização de Edifícios, bem como ao grupo de colegas do 2.º mestrado, que ao longo de 2 anos tornou o esforço pessoal para obter aproveitamento escolar, numa tarefa muito agradável, motivadora e enriquecedora.

Contudo, num trabalho deste tipo, existem sempre alguns agradecimentos pessoais, pois sem estas pessoas ou entidades, não seria possível realizar o projeto.

Assim, quero agradecer:

Ao meu Orientador, Professor Raul Lana Miguel, por ter tornado possível a realização deste projeto, por ter lançado o desafio do IPMVP, pela colaboração, críticas, sugestões e apoio demonstrado.

Ao Centro de Ação Social, Cultura e Desporto dos Trabalhadores da Saúde e Segurança Social do Distrito de Faro (CASCD), na pessoa do Sr. Soares, pela disponibilidade demonstrada.

Uma palavra especial à minha esposa, Telma Vicente, por todo o apoio que sempre me deu, pelas sugestões, motivação, paciência e compreensão ao longo de todo o Mestrado, sem ela nada disto teria sido possível.

Outra ao Afonso, de quatro anos de idade, pelo tempo que não pude dispensar para as suas brincadeiras ao longo destes anos.

E uma última palavra especial aos meus Pais, pelo apoio e logística ao longo do mestrado.

RESUMO

O presente projeto, enquadra-se no projeto final do mestrado em energia e climatização de edifícios e tem por objetivo a implementação de um plano de medição e verificação relativamente a consumos energéticos de um pequeno edifício de serviços, através do enquadramento e concretização da legislação aplicável relativamente à certificação e eficiência energética em edifícios.

Para o efeito, optou-se por selecionar uma creche do Centro de Ação Social, Cultura e Desporto dos Trabalhadores da Saúde e Segurança Social do Distrito de Faro (CASCD) existente na localidade de Falfosa, em Santa Bárbara de Nexe, Faro e que foi construída em duas fases distintas.

Assim o projeto em causa terá como título: “Implementação de um plano de medição e verificação de eficiência energética num edifício de serviços.”

ABSTRACT

This project is part of the final project of the master's degree in power and cooling buildings, and aims to implement a plan for measuring and verification energy consumption of a small building services, through the framing and implementation of legislation for the certification and energy efficiency in buildings.

To this end, we chose to select a nursery, located at Santa Bárbara de Nexe, Faro, existing and was constructed in two phases.

The title for the project in question will be: "Implementation of a measurement and verification plan for energy efficiency in building services".

PALAVRAS-CHAVE

Energia
Eficiência energética
Edifício serviços
Protocolo IPMVP

KEYWORDS

Energy
Energy Efficiency
Building services
IPMVP Protocol

Índice

AGRADECIMENTOS	4
RESUMO	5
ABSTRACT	5
PALAVRAS-CHAVE	6
KEYWORDS	6
CAPÍTULO 1	13
INTRODUÇÃO	13
1.1 - Estado da Arte.....	13
1.2 - Seleção do estudo-caso	16
1.3 - Breve enquadramento regulamentar	17
1.4 - Breve introdução ao conceito de medição e verificação (M&V)	17
1.5 - Objetivos	18
CAPÍTULO 2	19
CARATERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO	19
2.1 - Caracterização de espaços não úteis	21
2.2 - Caracterização da Envolvente.....	21
2.3 - Requisitos Mínimos da Envolvente.....	22
CAPÍTULO 3	22
CARATERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DO EDIFÍCIO.....	22
3.1 - Sistemas de climatização – Aquecimento / Arrefecimento – 1.ª Fase	22
3.2 - Sistemas de climatização – Aquecimento / Arrefecimento – 2.ª Fase	23
3.3 - Bomba de calor	23
3.4 - Unidade de tratamento de ar novo	24
3.5 - Ventiladores.....	25
3.6 - Montagem da UTAN	25

3.7 - Ventiladores.....	26
3.8 - Válvulas motorizadas e de regulação de caudal	26
3.9 - Ventiladores	26
3.10 - Montagem dos ventiladores.....	27
3.11 - Caudais Mínimos de Ar Novo.....	27
3.12 - Produção de AQS	27
3.13 - Bombas de circulação	30
3.14 - Vaso de expansão do circuito solar	31
3.15 - Pavimento radiante (Sistema de aquecimento)	31
3.16 - Tubagem do Pavimento Radiante.....	31
3.17 - Controlo de temperatura do pavimento radiante	31
3.18 - Unidade de regulação e controlo.....	32
3.19 - Painéis Fotovoltaicos para produção de energia.....	32
3.20 - Consumos verificados no edifício	34
3.21 - Nível de serviço pretendido.....	38
CAPÍTULO 4	40
Simulação - Enquadramento regulamentar.....	40
4.1 Condições de Projeto	41
4.2 - Métodos de cálculo das necessidades energéticas específicas.....	41
4.3 - Condições exteriores	42
4.4 - Condições interiores	42
4.5 - Zona climática	42
4.6 - Simulação Térmica – Potência	42
4.7 - Simulação Térmica – Energia	43
4.8 - Indicador de Eficiência Energética	45
CAPÍTULO 5	49
CALIBRAÇÃO DO MODELO	49

CAPÍTULO 6	50
IDENTIFICAÇÃO DO POTÊNCIAL DE POUPANÇA	50
CAPÍTULO 7	52
PLANO M&V	52
7.1 - Generalidades	52
7.2 - Objetivos da M&V.....	53
7.3 - Definição do Plano de M&V.....	53
7.4 - Definição dos métodos enquadrados no IPMVP ao Projeto	56
7.5 - Definição dos parâmetros a medir	56
7.6 - Previsões e resultados expetáveis com base em simulação dinâmica.....	60
CAPÍTULO 8	71
ANÁLISE FINANCEIRA DO INVESTIMENTO	71
CAPÍTULO 9	74
CONCLUSÕES.....	74
BIBLIOGRAFIA.....	77

Índice de Quadros

<i>Quadro 2.1 – Caracterização envolvente</i>	<i>21</i>
<i>Quadro 2.2 – Requisitos mínimos a considerar no estudo da envolvente</i>	<i>22</i>
<i>Quadro 3.1 – Principais características das unidades exteriores.....</i>	<i>23</i>
<i>Quadro 3.2 – Bateria de arrefecimento</i>	<i>25</i>
<i>Quadro 3.3 – Bateria de aquecimento</i>	<i>25</i>
<i>Quadro 3.4 – Características dos ventiladores de insuflação e extração da UTAN</i>	<i>25</i>
<i>Quadro 3.5 - Características do ventilo-convetores.....</i>	<i>26</i>
<i>Quadro 3.6 – Caudais mínimos de ar novo a considerar</i>	<i>27</i>
<i>Quadro 3.7 - Características das bombas de circulação</i>	<i>31</i>

<i>Quadro 3.8 – Quadro resumo de equipamentos instalados</i>	33
<i>Quadro 3.9 – Consumos verificados no edifício 2010/2011</i>	35
<i>Quadro 3.10 – Resumo de consumos 2010</i>	38
<i>Quadro 3.11 – Resumo de consumos 2011</i>	38
<i>Quadro 4.1 – Resumo regulamentar</i>	40
<i>Quadro 4.2 – Dados para condições exteriores</i>	42
<i>Quadro 4.3 – Dados para condições interiores</i>	42
<i>Quadro 4.4 – Dados para condições interiores</i>	42
<i>Quadro 4.5 – Resultados obtidos na simulação térmica – potência</i>	43
<i>Quadro 4.6 – Simulação Térmica</i>	44
<i>Quadro 4.7 – Simulação Térmica</i>	45
<i>Quadro 4.8 – Consumos energéticos anuais do edifício</i>	46
<i>Quadro 4.9 – Ficha de classe energética do edifício</i>	47
<i>Quadro 4.10 – Ficha de classe energética do edifício</i>	48
<i>Quadro 7.1 – Resumo do valor a investir e taxa face ao custo energético inicial para cada espessura de isolamento térmico</i>	61
<i>Quadro 7.2 – Resultados de consumo obtidos para cada espessura de isolamento térmico</i>	62
<i>Quadro 7.3 – Resumo do valor a investir e taxa face ao custo energético inicial para cada tipo de envidraçado</i>	63
<i>Quadro 7.4 – Resultados de consumo obtidos para cada tipologia de vidro duplo</i>	63
<i>Quadro 7.5 – Resultados de consumo obtidos para cada variação de temperatura ambiente</i>	64
<i>Quadro 7.6 – Orçamento obtido para instalação do sistema de deteção de presença e interruptores crepusculares da Esylux</i>	66
<i>Quadro 7.7 – Resumo do investimento e taxa face ao custo energético anual por variação de densidade de iluminação</i>	66
<i>Quadro 7.8 – Resultados de consumo obtidos para cada variação de densidade de iluminação</i>	66
<i>Quadro 7.9 – Orçamento obtido para instalação do sistema DCV da S&P</i>	67

<i>Quadro 7.10 – Resumo do investimento e taxa face ao custo energético anual por variação de densidade de iluminação.....</i>	<i>68</i>
<i>Quadro 7.11 – Resultados de consumo obtidos para cada variação da relação de ocupação/área</i>	<i>68</i>
<i>Quadro 7.12 – Expetativa de redução de consumo em kWh</i>	<i>70</i>
<i>Quadro 7.13 – Cálculo do custo a considerar para o kWh</i>	<i>70</i>
<i>Quadro 7.14 – Expetativa de redução de consumo em euros.....</i>	<i>71</i>
<i>Quadro 7.15 – Poupança global por classe de investimento</i>	<i>71</i>
<i>Quadro 8.1 – Análise do tempo de retorno de investimento</i>	<i>72</i>
<i>Quadro 8.2 – Análise do tempo de retorno de investimento</i>	<i>72</i>

Índice de Figuras

<i>Figura 2.1 – Imagem do edifício retirado do programa DesignBuilder, com a respetiva orientação geográfica</i>	<i>19</i>
<i>Figura 3.1 – Estimativa de energia fornecida pelo sistema solar.</i>	<i>29</i>
<i>Figura 3.2 –Perfis de consumo de AQS, em litros sistema solar</i>	<i>30</i>
<i>Figura 3.3 – Gráfico de distribuição anual dos consumos elétricos em 2010</i>	<i>36</i>
<i>Figura 3.4 – Gráfico de distribuição anual dos consumos elétricos em 2011</i>	<i>36</i>
<i>Figura 3.5 – Gráfico de produção de energia elétrica acumulado 2010/2010</i>	<i>37</i>
<i>Figura 4.1 – Gráfico resultante da simulação</i>	<i>44</i>
<i>Figura 7.1 – Gráfico demonstrativo da análise ao consumo energético proposto pelo M&V54</i>	
<i>Figura 7.2 – esquema da solução preconizada para revestimento de fachada pelo exterior – webertherm extra</i>	<i>58</i>
<i>Figura 7.3 - Limites de conforto superiores e inferiores para as temperaturas interiores de edifícios em regime de funcionamento livre, em função da temperatura média exterior exponencialmente ponderada</i>	<i>59</i>
<i>Figura 7.4 – Esquema proposto pela Firma S&P, para instalação de controlo da ventilação por demanda por CO₂, para instalações trifásicas.....</i>	<i>60</i>

<i>Figura 7.5 – Gráfico comparativo de % de investimento vs % de redução de consumo energético – Medida de melhoria 1</i>	<i>62</i>
<i>Figura 7.6 – Gráfico comparativo de % de investimento vs % de redução de consumo energético – Medida de melhoria 2</i>	<i>64</i>
<i>Figura 7.7 – Gráfico evolução de % de redução de consumo energético – Medida de melhoria 3 – Situação de Aquecimento</i>	<i>65</i>
<i>Figura 7.8 – Gráfico evolução de % de redução de consumo energético – Medida de melhoria 3 – Situação de Arrefecimento</i>	<i>65</i>
<i>Figura 7.9 – Gráfico comparativo de % de investimento vs % de redução de consumo energético – Medida de melhoria 4</i>	<i>67</i>
<i>Figura 7.10 – Gráfico comparativo de % de investimento vs % de redução de consumo energético – Medida de melhoria 5</i>	<i>69</i>

Anexos

Anexo I – Desenhos técnicos

Anexo II – Registos de consumos disponíveis

Anexo III – Levantamento fotográfico

Anexo IV – Recomendações DGS/SPP

Anexo V – Pormenor da solução de reabilitação de fachada

Anexo VI – Delimitação da envolvente em peças desenhadas

Anexo VII – Documentação técnica da solução S&P – demanda controlada de ventilação

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 - Estado da Arte

A energia, mais do que nunca, tornou-se um fator económico decisivo no desenvolvimento económico e social das sociedades. Atenta a este fator, a comunidade internacional e as respetivas instituições, tem vindo a revelar cada vez mais uma maior preocupação pela gestão dos recursos energéticos, pela sua utilização eficiente e com os efeitos provocados pelas emissões de CO₂ (dióxido de carbono), procurando definir e estabelecer o caminho mais rentável a curto prazo para uma maior segurança energética, menores emissões de gases de efeito estufa e, simultaneamente, um meio de reduzir a pressão sobre energia e os recursos.

A Agência Internacional de Energia (AIE) [19] estima que, como valor potencialmente realizável até 2030, a melhoria da eficiência energética poderia contribuir com 47% de redução de emissões de CO₂.

Temos assistido nos últimos anos à promoção da gestão eficiente da energia através da transposição para a lei portuguesa de legislação europeia e adoção de nova regulamentação, da aplicação de incentivos aos produtores, às empresas e aos pequenos consumidores.

A União Europeia oficialmente adotou o chamado “plano 20-20”, de Dezembro de 2008, que conduz ao estabelecimento de metas para 2020. Nele prevê, para esse horizonte temporal, uma redução de 20 por cento em gases de efeito estufa (GEE) em relação aos níveis de 1990, o aumento de 20 por cento na utilização de energias renováveis e um corte de igual valor percentual no consumo de energia através da melhoria da eficiência energética. Para atingir o objetivo de 20 por cento, a nova diretiva estabelece metas nacionais obrigatórias a serem alcançadas pelos Estados-membros.

No âmbito da estratégia nacional para a energia 2020, Portugal, através da Resolução do Conselho de Ministros n.º 29/2010, de 15 de Abril [8], adotou o mesmo objetivo europeu relativamente à eficiência energética, concretizando através de, entre outras medidas, a criação do fundo de eficiência energética e a revisão e atualização do Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE) [8].

A gestão eficiente de energia corresponde a um conjunto de medidas institucionais e funcionais, previamente definidas e implementadas para garantir a aplicação da política energética procurando, ao nível macro e microeconómico, o abastecimento, o armazenamento, a transformação, a distribuição e a utilização de energia bem como a gestão dos resíduos resultantes. Esta tarefa tem-se mostrado árdua, motivada por interesses económicos estabelecidos, resistência das mentalidades à mudança e por questões educacionais.

Esta dificuldade não é recente nem localizada única e exclusivamente no nosso país ou na União Europeia, sendo mesmo uma questão mundial.

Já no início dos anos 90, nos Estado Unidos da América, existiam grandes preocupações sobre a gestão energética, quer sob o ponto de vista ambiental, quer sob o ponto de vista de oportunidades de negocio, resultando numa grande variedade de protocolos de medição e verificação (M&V), que no fundo resultavam da necessidade de garantir e estabelecer planos localizados e identificados para a redução do consumo energético, tentando-se medir e acompanhar a evolução dos resultados obtidos.

Em 1994, o Departamento de Energia dos EUA (“DOE”) [4] iniciou o esforço para estabelecer consenso internacional em padrões para determinar os ganhos com eficiência energética. Inicialmente foi elaborado o “NEMVP – North American Energy Measurement and Verification Protocol”.

Em 1997, o documento foi renomeado para “IPMVP – International Performance Measurement and Verification Protocol” e, desde aquele ano o IPMVP foi traduzido para 10 línguas e é usado em mais de 40 países. Para estabelecer uma forma isenta e estabilizada de aplicar estes métodos de avaliação, foi criada uma empresa sem

fins lucrativos para administrar os produtos, denominada IPMVP Inc.. Salienta-se que a documentação existente e disponível é distribuída na Internet a custo zero.

A partir de outubro de 2004, a IPMVP Inc. passou a ser chamada de EVO – Efficiency Valuation Organization [2]. Em 2001 o “DOE” [4] transferiu a responsabilidade pelo IPMVP para a EVO, autofinanciada e sem fins lucrativos, apoiada por subscritores.

A missão da EVO [2] é desenvolver e promover a utilização de protocolos normalizados, métodos e ferramentas para quantificar e gerir os riscos de desempenho e benefícios associados a atividades económicas relacionadas com a eficiência energética da utilização final da energia, energias renováveis e consumo eficiente de água.

Atualmente são utilizados os seguintes protocolos de medição e verificação de poupança real através de um plano de gestão energético:

- IPMVP (caso em estudo) [3]
- ASHRAE Guideline 14
- US DOE FEMP M&V Guide for US government buildings [4]
- California Energy Efficiency Evaluation Protocols.

Transpondo e comparando a realidade norte americana e mesmo de alguns países do sul do continente americano, como é o caso do Brasil, com a europeia, verifica-se que a aplicação destes protocolos na Europa ainda tem pouca expressão sendo relativamente recente. Por esse motivo e por se considerar que esta matéria apresenta uma larga margem para aprofundar a sua aplicabilidade e o conhecimento atual sobre este tipo de procedimento, para elaborar o presente projeto escolheu-se o protocolo mais utilizado (IPMVP) [3] e uma instalação, neste caso um pequeno edifício de serviços, em que fosse possível e acessível aceder à informação necessária para desenvolver o estudo.

Numa revisão bibliográfica efetuada à documentação existente em Portugal, constata-se que se resume praticamente à documentação e informação disponibilizada pelas entidades e protocolos mencionados anteriormente e que é disponibilizada no seu sitio na internet, pelo Instituto Português de Soldadura e Qualidade (ISQ) [23], pela ADENE – Agencia para a Energia [1] e alguns trabalhos realizados no âmbito de mestrados. Destes trabalhos salientam-se dois que foram consultados: Soares, Nuno Miguel Ferreira – FEUP 2010 [20] e Casqueiro, Maria Margarida Mareco Duarte, Universidade de Aveiro [21].

Salienta-se que já no decorrer do ano de 2013, através da Portaria n.º 60/2013 de 23 de janeiro de 2013 [22], foi aprovado o caderno de encargos tipo dos procedimentos para formação de contratos de gestão de eficiência energética.

1.2 - Seleção do estudo-caso

Para o estudo caso foi selecionado o Protocolo IPMVP.

A opção pela escolha do protocolo IPMVP [3] para definir uma estratégia de poupança energética fiável e fidedigna, prende-se com a atual dificuldade em aplicar os conceitos de eficiência energética e transmitir esses resultados de forma sustentada ao cliente final, cuja medição e verificação é traduzida única e exclusivamente pela redução do uso da energia, sem ter em conta todas as variáveis a que um edifício deste tipo se encontra exposto.

Relativamente à instalação a promover e implementar o plano de medição e verificação de acordo com o protocolo IPMVP [3], a escolha do edifício recaiu sobre uma creche, que pertence ao Centro de Ação Social, Cultura e Desporto dos Trabalhadores da Saúde e Segurança Social do Distrito de Faro (CASCD) e que se localiza no sítio da Falfosa, em Santa Bárbara de Nexe, Concelho de Faro.

A escolha deste edifício prende-se com questões profissionais, em que por ter participado no processo de ampliação do mesmo, foi possível recolher informação acerca de materiais e equipamentos aplicados e também por considerar-se que este

tipo de protocolo de gestão energética para determinar corretamente a poupança real obtida numa instalação, através da aplicação de plano de gestão de energia, poderá ser útil em qualquer tipo de instalação, ainda que de pequena dimensão, não sendo somente aplicáveis a grandes edifícios.

1.3 - Breve enquadramento regulamentar

A aplicação do protocolo IPMVP ao edifício anteriormente identificado, terá sempre que respeitar a legislação em vigor aplicável, no caso concreto a legislação portuguesa. Assim o presente trabalho terá por base e enquadramento o Decreto-Lei 78/2006 [5], o Decreto-Lei 79/2006 [6] e o Decreto-Lei 80/2006 [7].

1.4 - Breve introdução ao conceito de medição e verificação (M&V)

De acordo com a Efficiency Valuation Organization, (EVO) [2], Medição e Verificação encontra-se definido como o processo de utilização de medições para determinar corretamente a poupança real dentro de uma instalação individual por um programa de gestão de energia.

A poupança não pode ser medida diretamente, uma vez que representa a ausência do consumo de energia. Em vez disso, a poupança é determinada, comparado o consumo medido antes e depois da implementação de um projeto, fazendo os ajustes adequados para as alterações nas condições

Os procedimentos de M&V devem acompanhar o desenvolvimento do Plano de Racionalização de Consumos sendo uma ferramenta extremamente útil nos momentos de auditoria, reporte, análise da viabilidade económica das medidas de racionalização de energia (MRE) e pedido de financiamento ou parceria com uma ESCO. Os procedimentos de M&V aplicados a projetos de eficiência energética são uma ferramenta que permite comprovar perante terceiros de forma credível, fidedigna

e reprodutível as poupanças alcançadas como resultado da implementação de medidas de racionalização de energia.

Para a realização deste estudo, torna-se necessário caracterizar o edifício existente, verificar o cumprimento da legislação aplicável, propondo melhorias a implementar para a melhoria da eficiência energética do edifício (MMEE's). Para a simulação dinâmica de consumo energético do edifício será utilizado o software Design Builder, software este disponibilizado no âmbito da disciplina de simulação dinâmica de edifícios, que integra o curriculum do presente mestrado.

1.5 - Objetivos

O presente projeto tem por base a implementação de um plano de medição e verificação relativo a consumos energéticos num pequeno edifício de serviços, através da aplicação dos conceitos definidos no protocolo IPMVP – International Performance Measurement and Verification Protocol [3] e do enquadramento e concretização da legislação aplicável relativamente à certificação e eficiência energética em edifícios.

Assim os objetivos estabelecidos para este estudo, por ordem de relevância são:

- 1 – Implementar, através dos métodos propostos pelo protocolo IPMVP, um plano de medição e verificação no edifício em estudo;
- 2- Quantificar por medida de melhoria de eficiência energética (MMEE) dos custos (em unidade monetária) e consumos (em unidade de energia) evitados no edifício de serviços identificado. Avaliar os resultados obtidos e confrontar com os resultados expectáveis;
- 3 – Identificar potenciais medidas de melhoria de eficiência energética no edifício de serviços em estudo.

CAPÍTULO 2

CARATERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO

O edifício em estudo no presente trabalho, localiza-se nos arredores de Faro, no sítio da Falfosa, em Santa Barbara de Nexe. As instalações pertencem ao CASCD de Faro.

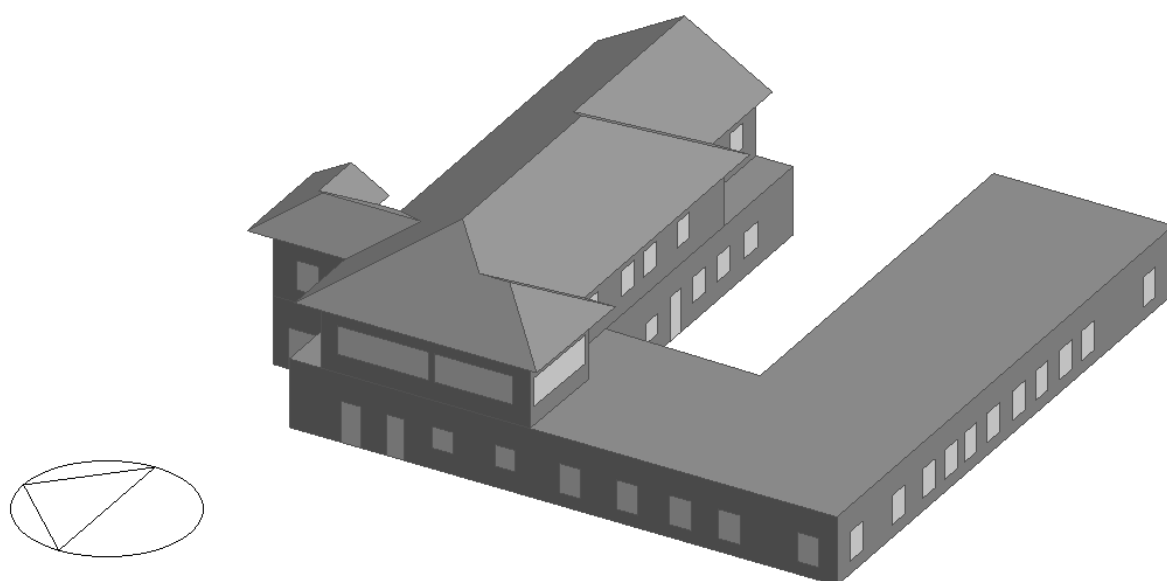


Figura 2.1 – Imagem do edifício retirado do programa DesignBuilder, com a respetiva orientação geográfica

O edifício desenvolve-se a partir da ampliação de um edifício de uma creche já existente, que foi parcialmente remodelado e integrado no novo corpo do edifício.

A sua constituição é definida por dois pisos, sendo que a parte do edifício anteriormente existente corresponde à parte do edifício com dois pisos de implantação e a zona que apenas se desenvolve no piso térreo corresponde à fração do edifício novo (construído em 2010).

Relativamente à sua implantação, a totalidade do piso 0 está assente diretamente no solo e o piso 1 encontra-se totalmente sobreposto ao piso térreo

correspondendo esta zona ocupada à fração do edifício já existente antes da intervenção de ampliação da creche e que foi remodelada apenas interiormente com alterações ao nível de alguma compartimentação. Em anexo apresentam as plantas e alçados do edifício (anexo I).

A fachada onde se encontra a entrada principal no edifício, está orientada a Poente. Esta fachada ao nível do piso térreo é composta por 3 portas de acesso ao interior e 7 vãos de janela. Ao nível do 1.º piso é composta por 3 vãos de janela que predominam a projeção vertical e um vão de porta de acesso para o interior do edifício. Esta fachada abrange as duas fases de construção do edifício.

Na fachada orientada a Norte e que apenas abrange a 1.ª fase de construção do edifício, não existe qualquer entrada para o interior do edifício, apenas 6 janelas no piso térreo e 6 vãos de janela no piso 1.

A fachada Nascente, abrange as duas fases de construção do edifício e é composta por, na zona da 1.ª fase de construção, um vão de porta no piso térreo e outro no piso 1. Relativamente à zona da 2.ª fase da intervenção (apenas piso térreo), é composto por 5 vãos de janela e um vão de porta de acesso ao interior do edifício.

Na fachada orientada a Sul, apenas existem 11 vãos de janela no piso térreo, que é referente à 2.ª fase de construção e no piso 1 (1.ª fase de construção) existem 7 janelas e um vão de porta.

O piso 0 é composto por um hall, receção, seis salas de atividades, três vestiários, zona de circulação, uma copa de leite, sete instalações sanitárias, uma secretaria, três despensas, uma cozinha, um gabinete, uma sala de reuniões, um muda fraldas, um berçário, uma sala parque e um refeitório.

No piso 1 existem três berçários, três salas parque, três muda fraldas, uma copa de leites, duas instalações sanitárias, uma sala polivalente, uma zona de arrumos, zona de circulação e um hall.

O edifício tem ainda um elevador com capacidade para 8 pessoas.

O acesso interior ao piso 1 faz-se através de umas escadas e de um elevador.

A cozinha, localizada no piso 0, tem uma área de pavimento de 22,20 m² e funciona 6 horas/dia, cinco dias por semana.

A área útil de pavimento do edifício para efeitos do RSECE é de 665,39 m², sendo 466,39 m² no piso 0 e 198,78 m² no piso 1.

A inércia térmica do edifício é Forte.

2.1 - Caracterização de espaços não úteis

Todos os espaços interiores do edifício foram considerados como sendo espaços úteis.

2.2 - Caracterização da Envolvente

No anexo VI, apresenta-se a identificação da envolvente exterior do edifício, nas respetivas peças desenhadas. Seguidamente apresenta-se a caracterização da envolvente e dos espaços com necessidade de cumprimento de requisitos, conforme o definido no RCCTE (Decreto-Lei 80/2006) [7], com a respetiva definição dos coeficientes de transmissão térmica.

Quadro 2.1 – Caracterização envolvente

Identificação do componente	Coefficiente de transmissão térmica [W/(m ² .º C)]	Caracterização
Parede exterior fase 2	0,47	Alvenaria de pano duplo de tijolo cerâmico furado com 11 cm + 15 cm de espessura, com 4 cm de isolamento térmico do tipo poliestireno expandido extrudido (XPS), caixa de ar com 3 cm e revestimento interior e exterior com 2 cm.
Parede exterior fase 1	0,667	Alvenaria de pano duplo de tijolo cerâmico furado com 11 cm + 11 cm de espessura, com 3 cm de isolamento térmico do tipo EPS e revestimento interior e exterior com 2 cm.
Cobertura exterior em terraço	0,385	A cobertura exterior em terraço é constituída por: <ul style="list-style-type: none">• Por uma camada de protecção exterior;• Isolamento térmico (XPS) com 6 cm de espessura;• Sistema de impermeabilização;• Camada de forma de betão leve,• Laje maciça;• Reboco interior.
Cobertura em desvão	3,40	A cobertura inclinada sob desvão não habitado fortemente ventilado com isolamento sob a esteira horizontal é constituído por: <ul style="list-style-type: none">• Revestimento descontínuo de telha;• Desvão ventilado não habitado;• Laje maciça;• Reboco interior.
Vãos Fase 1	4,223	Vidro simples incolor 6 mm com protecção exterior de portadas de madeira de lâminas de cor escura. Local sem ocupação nocturna.
Vãos Fase 2	3,3	Vidro duplo incolor, do tipo SGG CLIMAPLUS, composto por SGG PLANILUX (6 mm) + AR (10mm) + SGG PLANILUX (4 mm), com protecção exterior de portadas metálicas de lâminas de cor escura. Local sem ocupação nocturna.

2.3 - Requisitos Mínimos da Envolvente

Quadro 2.2 – Requisitos mínimos a considerar no estudo da envolvente

	Elemento da Envolvente	U/Wm-2K-1
Elementos exteriores em zona corrente	Zonas opacas verticais	1,80
	Zonas opacas horizontais	1,25
Elementos interiores em zona corrente	Zonas opacas verticais	2,00
	Zonas opacas horizontais	1,65

Classe de Inércia	Factor Solar
Forte	0,56

CAPÍTULO 3

CARATERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DO EDIFÍCIO

3.1 - Sistemas de climatização – Aquecimento / Arrefecimento – 1.ª

Fase

O sistema de climatização, à imagem do edifício em questão, corresponde às duas fases de construção do edifício.

Assim e na climatização das zonas construídas na primeira fase, a climatização dos espaços é garantida por unidades de climatização do tipo bomba de calor, de expansão direta do tipo “split” e “multisplit”.

Cada unidade de climatização é composta por uma unidade exterior (UE) que alimenta, em regime de volume variável de refrigeração uma única unidade interior. No caso de UE do tipo “Multisplit”, a mesma alimenta um conjunto de 7 unidades interiores (UI). As unidades interiores, são do tipo horizontal sem móvel para montagem no interior do teto falso, servidas por pequenas redes de condutas, difusores e grelhas.

As unidades exteriores de climatização (EU's) encontram-se instaladas numa zona de terraço no 1.º piso e na fachada Norte do edifício, ao nível do 1.º piso.

O controlo das instalações de climatização é feito através de um sistema integrado que possibilita o comando individual em cada espaço.

As características da UE para condições standard Eurovent são as seguintes:

Quadro3.1 – Principais características das unidades exteriores

Ref.	Número de unidades	Arrefecimento [kW]	Aquecimen [kW]	EE	Marca/modelo
EU	1	5.50	6.60	2.6	Fujitsu General Limited / AOH19RMCM2
EU	4	4.15	3.35	2.6	Fujitsu General Limited / AOH12RSKC

3.2 - Sistemas de climatização – Aquecimento / Arrefecimento – 2.ª

Fase

Esta instalação é composta por dois sistemas distintos: um de ventilação, mas que também serve para arrefecer e também desumidificar o ambiente, e outro de aquecimento através do pavimento radiante.

A produção de calor é realizada numa bomba de calor “ar-água”, sendo comum ao pavimento radiante e às unidades de tratamento de ar novo, havendo no entanto diferenciação ao nível dos circuitos de distribuição.

3.3 - Bomba de calor

A bomba de calor é do tipo “ar-água”, para instalação no exterior que, neste caso se encontra na cobertura do edifício e tem as seguintes características:

- ✚ Compressores do tipo scroll;
- ✚ Ventiladores axiais, com acionamento direto, para descarga vertical do ar aspirado sobre a bateria alhetada;
- ✚ Condensador com bateria em tubos de cobre e alhetas em alumínio, com proteção acrílica;
- ✚ Um módulo hidráulico constituído por:
 - Depósito de inércia com 55 litros de capacidade;

- Vaso de expansão de 12 litros, pressurizado a 1,5 bar, com válvula de segurança regulada para 3 bar;
- Grupo eletrobomba horizontal.
- Válvulas de seccionamento, drenagem e regulação, filtro de água, interruptor de caudal de água, purgador automático de ar, manómetros, sensores de temperatura de entrada e saída de água, etc.;
- Manómetros de alta e baixa pressão;
- Termómetros na entrada e na saída do evaporador;
- Fluido frigorigéneo: R407C;
- Controlo remoto através de um microprocessador.

✚ A bomba de calor encontra-se instalada na cobertura do edifício.

As características dimensionais da bomba de calor são:

- Marca Daikin,
- Modelo EUWY B8KAZW;
- Potência de arrefecimento: 17,1 kW, nas condições entrada/saída da água, 7°C/12°C, com a temperatura exterior de 35°C;
- COP no regime de arrefecimento: 2,3, nas mesmas condições;
- Potência de aquecimento: 18,5 kW, nas condições de saída da água, 45°C, com a temperatura exterior de 7°C;
- COP no regime de aquecimento: 2.6, nas mesmas condições;
- Potência sonora, funcionando esta em condições nominais: 76 dB(A).

A instalação não dispõe de arrefecimento, a não ser, o que é conseguido através de ar novo.

3.4 - Unidade de tratamento de ar novo

A Unidade de Tratamento de Ar Novo, UTAN, destina-se a filtrar, aquecer, ou arrefecer, a desumidificar e a insuflar o ar necessário à ventilação dos espaços.

Seguidamente são apresentados os dados que o projetista teve em consideração para o dimensionamento da UTAN.

Quadro 3.2 – Bateria de arrefecimento

Unidade	Potência calorífica (KW)	Água Te/Ts	Caudal de ar (m³/h)	Temperatura do Ar (°C)		Humidade Relativa do Ar (%)	
				Entrada	Saída	Entrada	Saída
UTAN	15.6	7/12	2850	33	18	40	84

Quadro 3.3 – Bateria de aquecimento

Unidade	Potência calorífica (KW)	Caudal de ar (m³/h)	Temperatura do Ar (°C)	
			Entrada	Saída
UTAN	14.3	2850	5	20

3.5 - Ventiladores

Os ventiladores são centrífugos, radiais, de pás curvas para a frente e acoplamento direto ao motor elétrico, com condicionamento acústico através de apoios e de uma ligação flexível às condutas. A velocidade de rotação é controlada a partir dos sinais medidos através de sensores de pressão e de caudal.

Os motores elétricos permitem a variação de velocidade de rotação em função da pressão de descarga.

Quadro 3.4 – Características dos ventiladores de insuflação e extração da UTAN

Ventilador	Unidade	Alt. Manométrica disponível (Pa)	Caudal (m³/h)	Potencia do motor elétrico (kW)
Insuflação	UTAN	150	2850	1.40
Extração	UTAN	150	1880	1.40

3.6 - Montagem da UTAN

A UTAN encontra-se instalada na cobertura do edifício

As tomadas de ar novo estão localizadas de forma a não haver nenhuma possibilidade de “cruzamento de fluxo” com o ar de extração.

3.7 - Ventiladores

Na instalação da segunda fase de construção, existem três ventiladores (gabinete do diretor, sala das educadoras e refeitório). Estas unidades encontram-se instaladas no teto falso. No lado da aspiração encontra-se instalado um pleno com ligação a grelha de retorno de ar e o troço da conduta de ar novo, onde se dá a mistura dos caudais. A mistura resultante é filtrada antes de passar pela bateria de aquecimento/arrefecimento.

Quadro 3.5 - Características do ventilador

Compartimento	Potência térmica(arrefecimento) [W]	
	Calor sensível	Calor latente
Gabinete Diretor	390	225
Gabinete Educadoras	490	300
Refeitório	1260	700

3.8 - Válvulas motorizadas e de regulação de caudal

A seguir a cada válvula motorizada encontra-se instalada uma pequena válvula de regulação dinâmica do caudal para garantir que este é o necessário em cada ventilador independentemente das flutuações de pressão na rede de distribuição de água.

3.9 - Ventiladores

Os ventiladores são centrífugos, de dupla entrada. São movidos por meio de motores elétricos com transmissão direta na maioria dos casos, podendo noutros ser através de polias e correias, em qualquer dos casos dinamicamente equilibrados, dispostos de chumaceiras auto-lubrificantes.

3.10 - Montagem dos ventiladores

Os ventiladores estão instalados na cobertura do edifício, devidamente apoiados em elementos atenuadores de vibração.

3.11 - Caudais Mínimos de Ar Novo

Valor de caudais de ar novo para os diversos espaços na zona 2.^a fase e tiveram por base um valor mínimo de 35 m³/h.ocupante.

Quadro 3.6 – Caudais mínimos de ar novo a considerar

	Ap [m ²]	Caudal de ar [m ³ /h]
Refeitório	50.90	600
Gabinete Diretor	10.02	100
Sala Educadoras	10.62	150
IS crianças	9.80	300
Sala Atividades	25.70	320
Sala Parque	18.5	220
Sala Atividades	30.30	360
Berçário	17.20	220
Sala Atividades	22.80	280
Copa de leites	3.70	50
IS crianças	13.00	300
Vestiário crianças	4.80	100
Circulação	43.90	600

Nota: Estes caudais têm em consideração o tipo de utilização do espaço, as taxas de renovação estipuladas no RSECE [6] no anexo VI.

3.12 - Produção de AQS

Para a produção de águas quentes sanitárias (AQS), consideraram-se os elementos do projeto de execução. Desta forma o sistema existente assenta num sistema solar térmico para fornecer parte das AQS necessárias.

As necessidades energéticas anuais de AQS estimadas têm por base um consumo diário de 300 L.

O sistema de apoio à produção de AQS é uma caldeira a gás de 35 kW com um rendimento de 0,87. O volume de armazenamento é de 500 L.

A estimativa da energia fornecida pelo sistema solar foi calculada considerando com dois coletores planos, com superfície seletiva, modelo Unipack 300 da marca RIGSUN, num total de 2 unidades, perfazendo a área de 4.2 m², com a inclinação de 25°. Não foram considerados consumos nos períodos de fins-de-semana.

Os coletores serão orientados a Sul e instalados na cobertura com uma inclinação de 25°.

Seguidamente é apresentado um resumo dos resultados considerados para efeito de dimensionamento, obtidos através do programa SOLTERM [16].

Implementação de um plano de medição e verificação de eficiência energética num Edifício de serviços

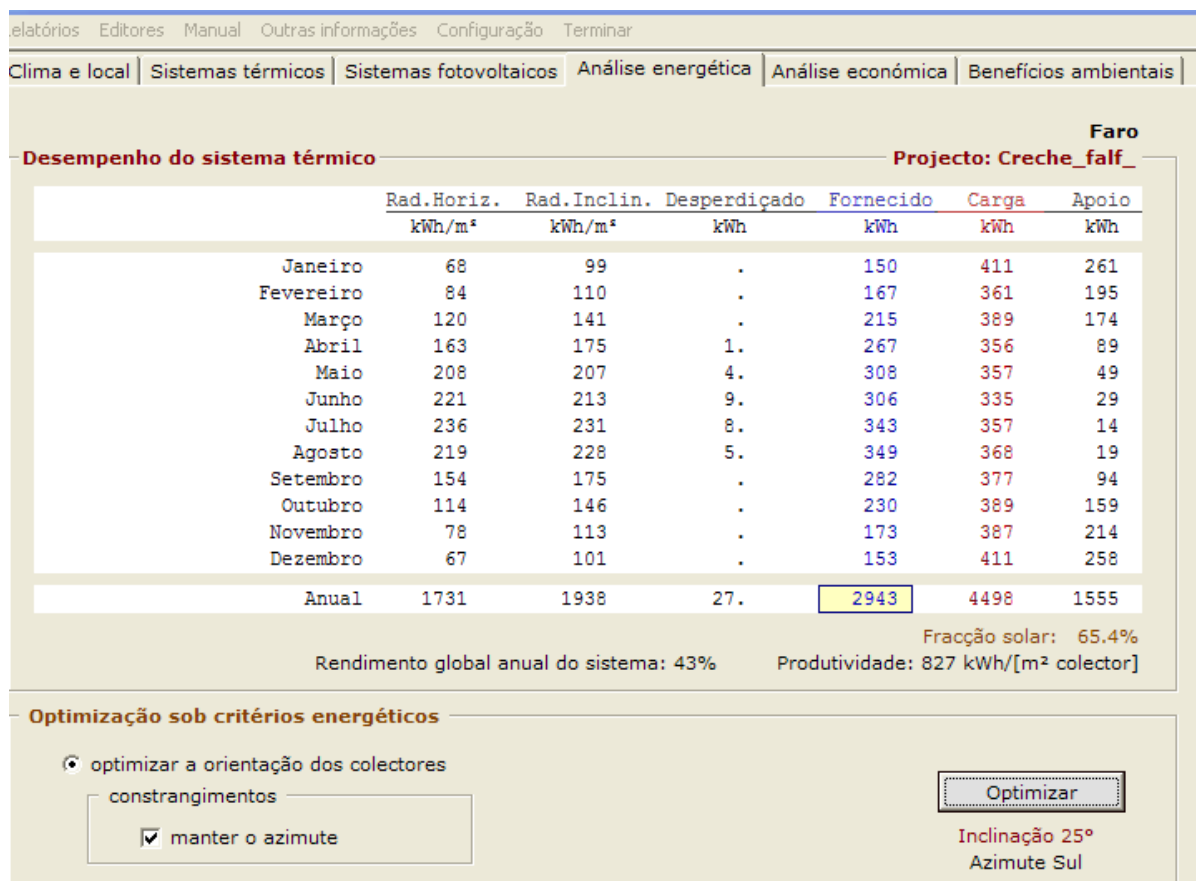


Figura 3.1 – Estimativa de energia fornecida pelo sistema solar.

Temperatura nominal de consumo: 50°C (N.B. existem válvulas misturadoras)

Temperaturas de abastecimento ao depósito (°C):

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	12	13	14	16	17	18	17	16	14	14	13	12

Perfis de consumo (l):

hora	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
01												
02												
03												
04												
05												
06												
07												
08												
09	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
10	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
11	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
12	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
13	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
14	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
15	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
16												
17	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
18	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
19												
20												
21												
22												
23												
24												
diário	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300

Figura 3.2 –Perfis de consumo de AQS, em litros sistema solar

3.13 - Bombas de circulação

Existem duas bombas de circulação, que pertencem aos circuitos secundários de climatização, cujas características se descrevem a seguir:

- As bombas do circuito primário encontram-se incluídas no fornecimento das bombas de calor, uma vez que o modelo instalado inclui um kit hidráulico (bomba, depósito de inércia e um vaso de expansão).
- As bombas de circulação são de corpo do tipo centrífugo, em linha, ou seja, com as tubuladuras de admissão e de descarga situadas opostamente no mesmo eixo.
- Os pontos de funcionamento admitidos para as condições nominais são os que se apresentam na tabela seguinte:

Quadro 3.7 - Características das bombas de circulação

Circuito	Designação da b	Tip	Modelo	Caudal (l/s)	Altura manomét (kPa)	Corrente
Secundário	BC-CS1	Simpl	Stratos 25/1-B PN1	0.33	66	230/50 Hz
Secundário	BC-CS2	Simpl	Stratos 25/1-B PN1	0.10	106	230/50 Hz

3.14 - Vaso de expansão do circuito solar

O Vaso de expansão integra o Kit solar e a sua função é possibilitar variações de volume da água no circuito primário dos coletores solares.

O modelo instalado tem capacidade de 18 litros.

3.15 - Pavimento radiante (Sistema de aquecimento)

O pavimento radiante existente tem como referencia o painel porta tubos da marca WIRSBO, com a espessura de 33 mm. A periferia dos espaços encontra-se isolada com uma fita isolante, geralmente utilizada na construção de instalações de aquecimento pelo pavimento radiante.

A espessura do pavimento sobre os tubos tem aproximadamente entre 50 e 70 mm em argamassa com aditivos próprios para lhe conferir propriedades mecânicas consentâneas com as variações de temperatura a que irá estar sujeito.

3.16 - Tubagem do Pavimento Radiante

Os circuitos do pavimento radiante são integralmente em tubo de polietileno reticulado, com o diâmetro interior mínimo de 13 mm.

3.17 - Controlo de temperatura do pavimento radiante

O controlo de temperatura é realizado centralmente utilizando uma unidade de regulação e controlo, um termóstato de ambiente por cada circuito e um sensor de temperatura para o ambiente exterior. A unidade de controlo será alimentada eletricamente a 230 V, 50 Hz.

3.18 - Unidade de regulação e controlo

É feito através de um sistema eletrónico de controlo de temperatura pelo pavimento radiante o qual dispõe de um módulo de regulação e de outro de controlo, se encontra preparado para funcionar com termóstatos via rádio.

Existe um interface entre os termóstatos e a unidade de controlo, enquanto esta se destina a enviar os sinais às válvulas de regulação localizadas na saída para cada circuito hidráulico.

O sistema de controlo instalado tem como referência o modelo Wirsbo Genius que permite controlar 12 circuitos independentes (12 válvulas de regulação se cada uma for controlada pelo seu termóstato).

Como o pavimento radiante encontra-se preparado para funcionar em regime de arrefecimento existe uma central de controlo modelo ECL 31 da marca Wirsbo. A essa central ligam os sensores de temperatura de impulsão, de temperatura exterior, de temperatura do pavimento e de temperatura e humidade ambiente, os quais servem também para controlo do ponto de orvalho do ar quando a instalação funcionar em regime de arrefecimento.

3.19 - Painéis Fotovoltaicos para produção de energia

Relativamente aos painéis solares fotovoltaicos, o sistema de produção de energia proposto destina-se à produção Microgeração, sendo a totalidade de energia produzida vendida à rede. Este sistema de Microgeração encontra-se em conformidade com o Decreto-Lei 363/2007, que permite aos clientes da EDP [15] com contrato em baixa tensão produzir eletricidade a partir de fontes de Energia Renováveis. Em termos de tarifas de venda de energia elétrica aplicáveis à Microgeração Solar Fotovoltaica, a atual legislação em vigor, define a tarifa geral (valor de compra da eletricidade) e a tarifa bonificada (0,38 €/kWh). Para ter acesso à tarifa bonificada os produtores em nome individual e empresas necessitam ter instalados no mínimo 2m² de coletores solares para aquecimento de águas sanitárias ou ar ambiente, requisito que é cumprido neste edifício.

O sistema é composto pelos seguintes equipamentos:

- Módulos Fotovoltaicos;

- Inversor SMA;
- Contador de Energia;
- Sistema de Fixação;
- Quadro com disjuntores de proteção e acessórios;
- Cabos apropriados para este tipo de ligações elétricas;

Os módulos fotovoltaicos encontram-se fixos em estrutura própria, na cobertura do piso zero, na 2.ª fase de construção, com orientação a Sul e sem sombreamento.

Seguidamente é apresentado um quadro resumo dos equipamentos mais relevantes instalados no edifício.

Quadro 3.8 – Quadro resumo de equipamentos instalados

Sistema de climatização
SUBSISTEMA DE PRODUÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA
Descrição das soluções adotadas
<ul style="list-style-type: none">▪ A climatização das zonas construídas na primeira fase é garantida por unidades de climatização do tipo bomba de calor de expansão direta do tipo "split" (4 unidades) com potência de arrefecimento de 4,15 kW, potência de aquecimento de 3,35 kW e EER de 2,62 e "multisplit" com potência de arrefecimento de 5,50 kW, potência de aquecimento de 6,60 kW e EER de 2,62.▪ A energia térmica necessária para a climatização do edifício da 2.ª fase é produzida numa bomba de calor ar-água com uma potência térmica de aquecimento de 18,5 kW e eficiência (COP) de 2,3 e uma potência térmica de arrefecimento de 17,1 kW e eficiência (COP) de 2,6.
SUBSISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA (CALOR OU FRIO)
Descrição da solução adotada
<ul style="list-style-type: none">▪ Rede de tubagem em PPR com isolamento, transporta a energia térmica por intermédio da circulação forçada da água para a UTA, que se destina-se a filtrar, aquecer, arrefecer, a desumidificar e a insuflar o ar necessário à ventilação dos espaços. A distribuição do ar tratado efetua-se por intermédio de uma rede de condutas isoladas em tubo "spiro" circular. O ar é aquecido numa UTA, por intermédio de uma bateria de aquecimento com 14,3 kW de potência calorífica e água alimentada pela bomba de calor. O arrefecimento é realizado através de uma bateria de arrefecimento com 15,6 kW de potência calorífica e água alimentada pela bomba de calor. Os ventiladores de extração e insuflação têm velocidade variável.
Preparação de Águas Quentes Sanitárias (AQS)
SISTEMAS CONVENCIONAIS (USAM ENERGIA NÃO RENOVÁVEL)
Descrição da solução adotada
Caldeira a gás propano, com volume de armazenamento de 500 l, potência térmica de 35Kw e rendimento de 87%.

Preparação de Águas Quentes Sanitárias (AQS)

SISTEMAS CONVENCIONAIS (USAM ENERGIA NÃO RENOVÁVEL)

Descrição da solução adotada

Caldeira a gás propano, com volume de armazenamento de 500 l, potência térmica de 35Kw e rendimento de 87%.

Sistemas de aproveitamento de energias renováveis

SISTEMA DE COLECTORES SOLARES PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Descrição da solução adotada

Painéis solares fotovoltaicos, o sistema de produção de energia proposto destina-se à produção Microgeração, sendo a totalidade de energia produzida vendida à rede. Este sistema de Microgeração encontra-se em conformidade com o Decreto-Lei 363/2007, que permite aos clientes da EDP com contacto em baixa tensão produzir eletricidade a partir de fontes de Energia Renováveis. Em termos de tarifas de venda de energia elétrica aplicáveis à Microgeração Solar Fotovoltaica, a atual legislação em vigor, define a tarifa geral (valor de compra da eletricidade) e a tarifa bonificada (0,38 €/kWh)

SISTEMA DE COLECTORES SOLARES PARA PRODUÇÃO DE ÁGUA QUENTE SANITÁRIA

Descrição da solução adotada

A produção de água quente sanitária é efetuada por intermédio de 2 painéis solares planos Unipack 300 da marca RIGSUN, perfazendo a área de 4.2 m², colocados no cobertura, com orientação a Sul (azimute 0) e inclinação de 25° C.

3.20 - Consumos verificados no edifício

A entidade que explora o edifício da creche do Centro de Ação Social, Cultura e Desporto dos Trabalhadores da Saúde e Segurança Social do Distrito de Faro (CASCD), disponibilizou as faturas referentes aos consumos verificados no ano de 2011 e também alguns meses de 2010.

Assim, seguidamente apresenta-se o quadro resumo dos consumos verificados durante os períodos identificados:

Implementação de um plano de medição e verificação de eficiência energética num Edifício de serviços

Quadro 3.9 – Consumos verificados no edifício 2010/2011

Ano	Mês	Tipologia	Unidade de consumo	Consumo	Produção kWh	Consumo acumulado	Produção Acumulada
2010	Jul	En. Ativa vazio normal	kWh	0	24	0	24
		En. Ativa ponta	kWh	12		12	
		En ativa cheias	kvarh	35		35	
		En. Reativa fora vazio	kW	0		0	
	Ago	En. Ativa vazio normal	kWh	23	687	23	711
		En. Ativa ponta	kWh	18		30	
		En ativa cheias	kvarh	42		77	
		En. Reativa fora vazio	kW	0		0	
	Set	En. Ativa vazio normal	kWh			23	711
		En. Ativa ponta	kWh			30	
		En ativa cheias	kvarh			77	
		En. Reativa fora vazio	kW			0	
	Out	En. Ativa vazio normal	kWh	1.361	0	1.384	711
		En. Ativa ponta	kWh	1.210		1.240	
		En ativa cheias	kvarh	3.288		3.365	
		En. Reativa fora vazio	kW	2.517		2.517	
	Nov	En. Ativa vazio normal	kWh			1.384	711
		En. Ativa ponta	kWh			1.240	
		En ativa cheias	kvarh			3.365	
		En. Reativa fora vazio	kW			2.517	
	Dez	En. Ativa vazio normal	kWh	5.205	321	6.589	1.032
		En. Ativa ponta	kWh	4.410		5.650	
		En ativa cheias	kvarh	11.183		14.548	
		En. Reativa fora vazio	kW	0		2.517	
2011	Jan	En. Ativa vazio normal	kWh	805	358	805	358
		En. Ativa ponta	kWh	687		687	
		En ativa cheias	kvarh	1.743		1.743	
		En. Reativa fora vazio	kW	0		0	
	Fev	En. Ativa vazio normal	kWh	710	573	1.515	931
		En. Ativa ponta	kWh	606		1.293	
		En ativa cheias	kvarh	1.537		3.280	
		En. Reativa fora vazio	kW	0		0	
	Mar	En. Ativa vazio normal	kWh	3.906	525	5.421	1.456
		En. Ativa ponta	kWh	3.086		4.379	
		En ativa cheias	kvarh	7.178		10.458	
		En. Reativa fora vazio	kW	0		0	
	Abr	En. Ativa vazio normal	kWh	1.058	657	9.467	2.113
		En. Ativa ponta	kWh	879		6.589	
		En ativa cheias	kvarh	2.164		15.898	
		En. Reativa fora vazio	kW	0		0	
	Mai	En. Ativa vazio normal	kWh	4.046	446	13.513	2.559
		En. Ativa ponta	kWh	2.210		8.799	
		En ativa cheias	kvarh	5.440		21.338	
		En. Reativa fora vazio	kW	0		0	
	Jun	En. Ativa vazio normal	kWh	0	0	13.513	2.559
		En. Ativa ponta	kWh	0		8.799	
		En ativa cheias	kvarh	0		21.338	
		En. Reativa fora vazio	kW	0		0	
Jul	En. Ativa vazio normal	kWh	1.278	0	14.791	2.559	
	En. Ativa ponta	kWh	968		9.767		
	En ativa cheias	kvarh	2.384		23.722		
	En. Reativa fora vazio	kW	0		0		
Ago	En. Ativa vazio normal	kWh	1.286	0	16.077	2.559	
	En. Ativa ponta	kWh	974		10.741		
	En ativa cheias	kvarh	2.400		26.122		
	En. Reativa fora vazio	kW	0		0		
Set	En. Ativa vazio normal	kWh	251	26	16.328	2.585	
	En. Ativa ponta	kWh	1.907		12.648		
	En ativa cheias	kvarh	1.224		27.346		
	En. Reativa fora vazio	kW	0		0		
Out	En. Ativa vazio normal	kWh	1.355	638	17.683	3.223	
	En. Ativa ponta	kWh	1.143		13.791		
	En ativa cheias	kvarh	2.577		29.923		
	En. Reativa fora vazio	kW	0		0		
Nov	En. Ativa vazio normal	kWh	1.443	436	19.126	3.659	
	En. Ativa ponta	kWh	1.217		15.008		
	En ativa cheias	kvarh	2.744		32.667		
	En. Reativa fora vazio	kW	0		0		
Dez	En. Ativa vazio normal	kWh					
	En. Ativa ponta	kWh					
	En ativa cheias	kvarh					
	En. Reativa fora vazio	kW					

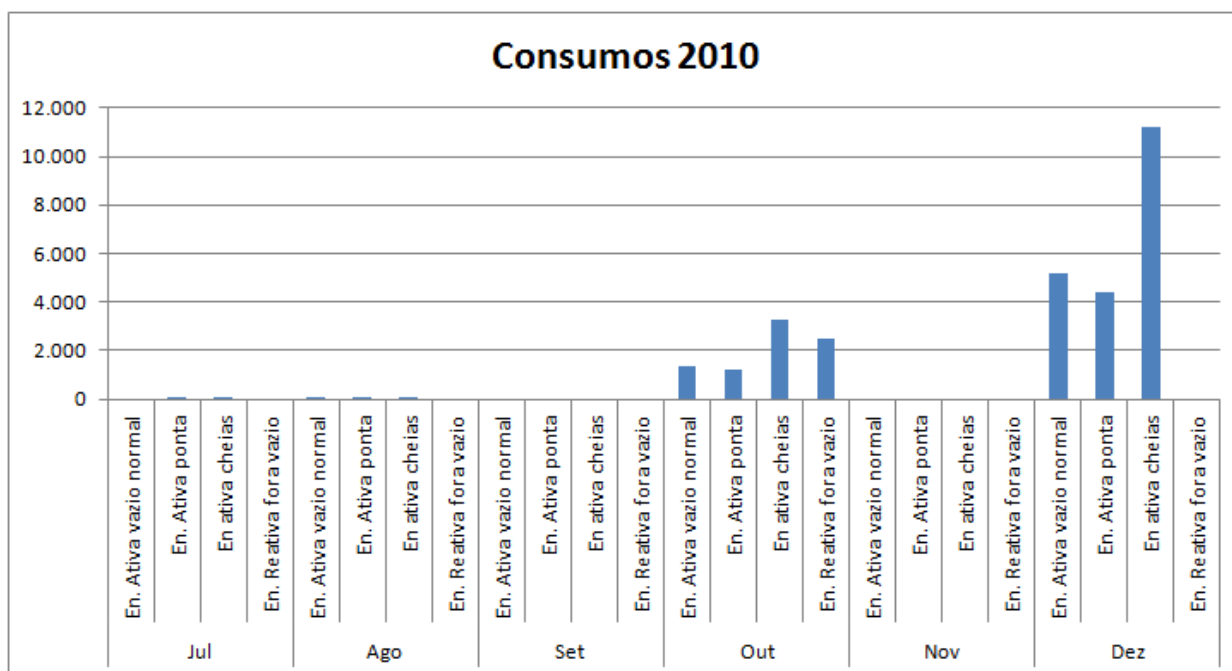


Figura 3.3 – Gráfico de distribuição anual dos consumos elétricos em 2010

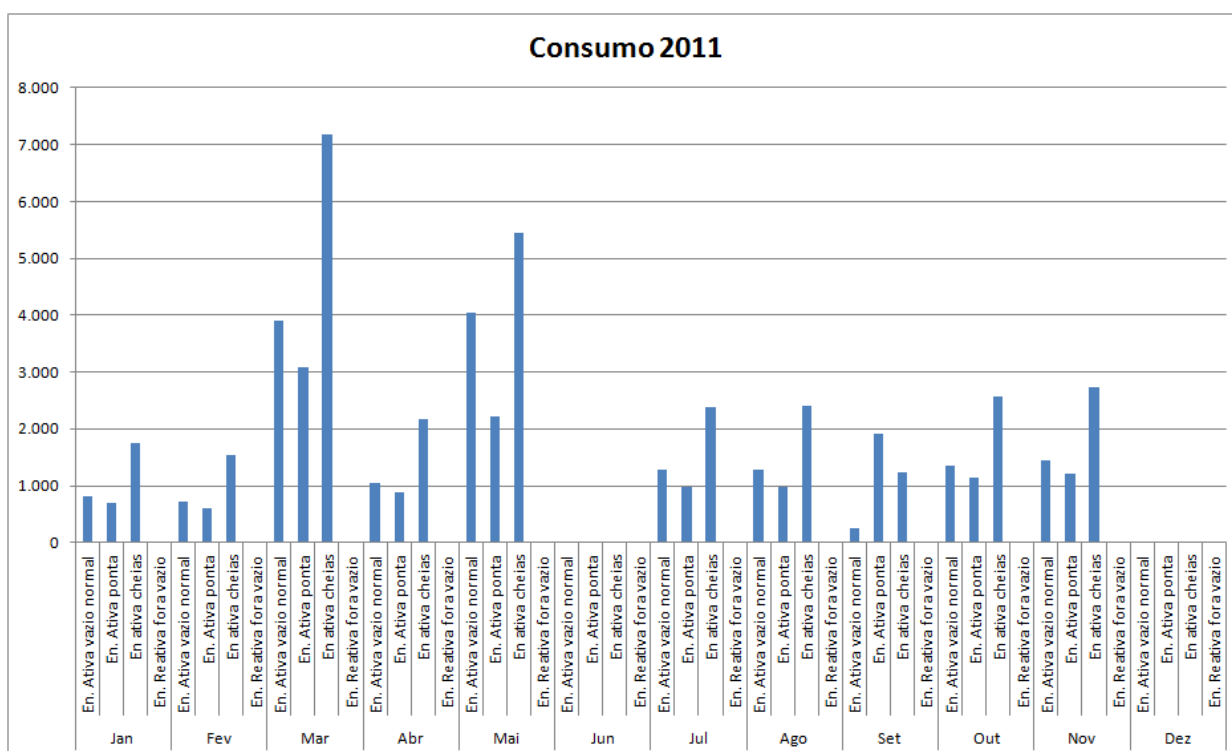


Figura 3.4 – Gráfico de distribuição anual dos consumos elétricos em 2011

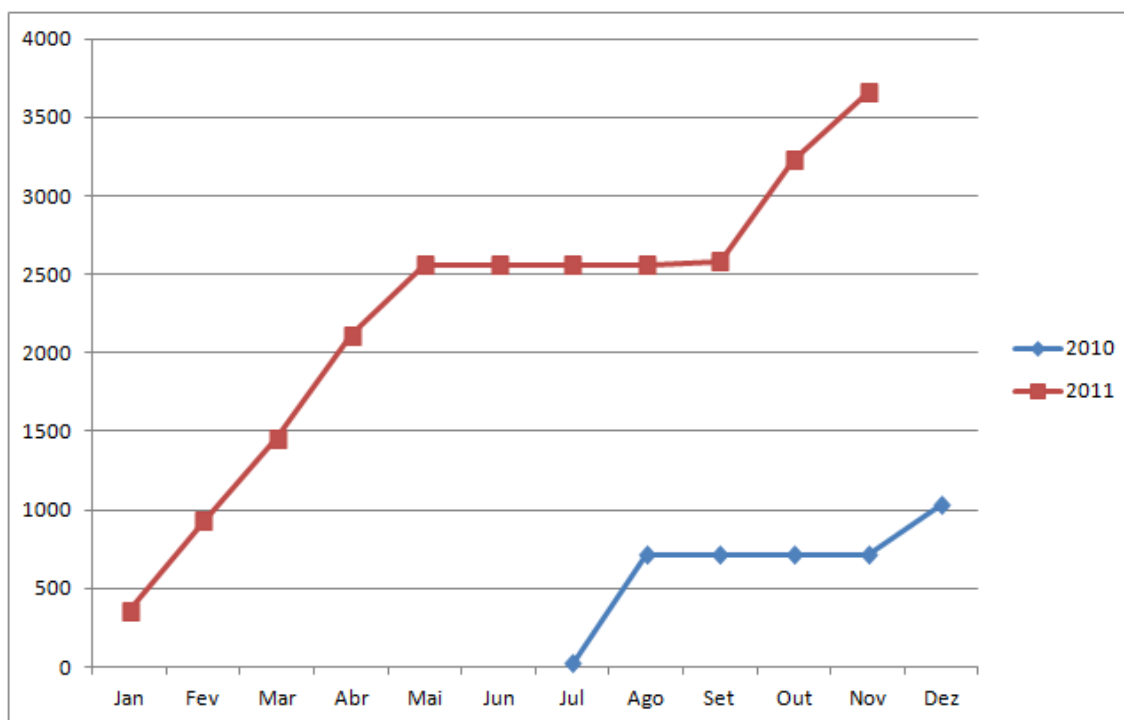


Figura 3.5 – Gráfico de produção de energia elétrica acumulado 2010/2010

Relativamente ao consumo de gás, e de acordo com a informação disponível, durante o ano de 2011, foram fornecidos 1.068 Kg de gás propano à instalação em causa.

Da análise aos gráficos e dados de consumos e produção de energia disponíveis, pode-se verificar o seguinte:

- Entre setembro e novembro de 2010 e entre junho e setembro de 2011, a produção de energia elétrica foi nula. Não nos foi possível apurar o motivo para este fato, julgamos que se deve à desativação do sistema de produção de energia elétrica;
- Nos meses de novembro de 2010, junho e dezembro 2011 não existiu consumo, tal fato deve-se a inexistência ou indisponibilidades das respetivas faturas, o que para efeitos de calibração do modelo de cálculo, irá tornar a mesma menos precisa;

- Em 2010 foram produzidos 1.032 kWh;
- Em 2011 foram produzidos 3.659 kWh;
- Consumo de energia elétrica em 2010 foi de:

Quadro 3.10 – Resumo de consumos 2010

En. Ativa vazio normal	kWh	6.589
En. Ativa ponta	kWh	5.650
En ativa cheias	kvarh	14.548
En. Reativa fora vazio	kW	2.517

- Consumo de energia elétrica em 2011 foi de:

Quadro 3.11 – Resumo de consumos 2011

En. Ativa vazio normal	kWh	19.126
En. Ativa ponta	kWh	15.008
En ativa cheias	kvarh	32.667
En. Reativa fora vazio	kW	0

3.21 - Nível de serviço pretendido

O calor expõe os bebés e as crianças ao risco de desidratação rápida, uma vez que estes são mais sensíveis, a termo-regulação é menos eficaz e a quantidade relativa de água que possuem no seu peso corporal é mais importante do que nos adultos, por outro lado existe o risco de hipotermia, devido ao abaixamento da temperatura corporal. Assim a Direção Geral de Saúde [9] [10] propõe as seguintes medidas de prevenção em creches e infantários, ao nível dos cuidados a ter com o edifício:

- Verificar o bom funcionamento e manutenção dos estores, das portadas, das janelas, do sistema de climatização ou providenciar a sua instalação;

- Proteger as fachadas e as janelas expostas ao sol, fechando as portadas e estores, tornando as superfícies opacas ou refletoras da luz. Como alternativa podem ser colocadas coberturas de proteção;
- Manter as janelas e persianas fechadas sempre que a temperatura exterior for superior à temperatura interior;
- Estudar outras possibilidades de limitar as entradas de calor dentro das salas;
- Ao entardecer, quando a temperatura no exterior for inferior àquela que se verifica no interior do edifício, provocar correntes de ar, mas tendo em atenção os efeitos prejudiciais desta situação;
- Privilegiar os espaços protegidos e frescos (idealmente 5°C abaixo da temperatura ambiente);
- Colocar termómetros nas salas para avaliar a temperatura ambiente. Se a temperatura for elevada e não existir sistema de climatização, utilizar ventoinhas e distribuir garrafas com gelo pela sala de forma a facilitar a descida da temperatura ambiente.

Assim, e face às recomendações da DGS [9], o nível de serviço que se pretende para o edifício é diferenciado em duas zonas:

Sala de 1.º ano: A temperatura ambiente para recém-nascidos e bebés no primeiro ano de vida, revela-se como um fator de extrema importância para a saúde e bem-estar da criança. Assim e após varias pesquisas, em que as temperaturas ambientes variavam entre os 16.ºC e os 22.ºC, definiu-se que para este estudo que a temperatura ambiente deverá variar entre os 18º.C durante o período de aquecimento e os 21º.C do período de arrefecimento, conforme o recomendado pela Sociedade Portuguesa de Pediatria (SPP) [11], com uma humidade relativa de 50%.

Restantes espaços, a temperatura ambiente deverá variar entre os 20º.C durante o período de aquecimento e os 25º.C do período de arrefecimento e com uma humidade relativa de 50%.

Relativamente aos caudais de ar novo o insuflar, o nível pretendido deverá respeitar definido no anexo VI do RSECE [6], correspondendo ao definido anteriormente.

CAPÍTULO 4

Simulação - Enquadramento regulamentar

O edifício do presente estudo é um edifício independente e isolado, localizado num terreno amplo, com pouca vegetação e que integra a creche da Falfosa, em Santa Barbara de Nexe, nos arredores de Faro.

Relativamente ao RSECE [6], a área do edifício é inferior a 1000 m², sendo que o mesmo possui sistemas ativos de climatização com potência superior a 25 kW. Desta forma é considerado um Pequeno Edifício de Serviços com climatização (PEScC) e deverá cumprir, na sua totalidade, as exigências regulamentares estabelecidas no RSECE [6] para este tipo de edifícios.

A maioria dos espaços do edifício tem aquecimento e arrefecimento, com exceção de instalações sanitárias e das arrecadações e circulações na zona da 1.º fase de construção.

No RSECE [6] a tipologia que se considerou como aplicável a este edifício é “Estabelecimentos de Ensino”.

Optou-se por considerar o espaço da cozinha, com um perfil de utilização de 6 horas /dia (segunda a sexta).

Quadro 4.1 – Resumo regulamentar

Tipologia/Tipo de Espaço	Área m ²	IEEref,novos kgep/m ² .ano	S
Estabelecimentos de Ensino	643,19	15	10
Cozinhas (6 h/dia, todos os dias)	20,20	121	5
Média	–	18,17	9,82

4.1 Condições de Projeto

As condições de projeto consideradas no presente estudo, relativamente a temperaturas e humidades relativas, são as seguintes:

- Para as temperaturas e humidades relativas exteriores considerou-se os dados compilados e publicados pelo INMG para a estação de Faro com uma probabilidade de ocorrência de 99% e os valores constantes no Quadro III.I do Anexo III do RCCTE [7] para Faro, que corresponde a uma zona climática I1V2.
- O ficheiro de dados climáticos é fornecido pelo programa “DESIGNBUILDER” e tem como fonte a ASHRAE/I. Neste caso aplicável à cidade de Faro – Portugal.

4.2 - Métodos de cálculo das necessidades energéticas específicas

O programa para a simulação dinâmica do edifício em questão, Designbuilder, obedece ao disposto no artigo 30.º do decreto-lei 79/2006 (RSECE) [6], e que se transcreve seguidamente:

“1 - Até à publicação das portarias referidas no n.º 1 do artigo 8.º e no n.º 1 do artigo 10.º, as metodologias de cálculo dinâmicas simplificadas a adotar no âmbito do presente regulamento, incluindo os métodos de previsão de consumo de energia e os padrões de referência de utilização para cada tipologia de edifício, são os que constam dos anexos VIII e XV, publicados em anexo ao Regulamento (RSECE) e que dele fazem parte integrante.”

2 - Para efeitos da aplicação do disposto no n.º 2 do artigo 13.º, a norma aplicável à acreditação de programas de simulação detalhados, salvo despacho em contrário do diretor-geral de Energia e Geologia, é a ASHRAE 140-2004...”

As condições interiores consideradas são as aconselhadas para o tipo de utilização prevista, respeitando o descrito anteriormente e que seguidamente se apresentam:

4.3 - Condições exteriores

Quadro 4.2 – Dados para condições exteriores

Estação	Temperatura (°C)	Humidade relativa (%)
Verão	32	59
Inverno	4	80

4.4 - Condições interiores

Quadro 4.2 – Dados para condições interiores

Espaço	Estação	Temperatura (°C)	Humidade relativa (%)
Salas de bebés	Verão	21	50
	Inverno	18	50
Restantes Zonas	Verão	25	50
	Inverno	20	NC

4.5 - Zona climática

Quadro 4.4 – Dados para condições interiores

Concelho	Zona climática de Inverno	GD	Duração da estação de aquecimento	Zona Climática de Verão
Faro	I1	1060	4,3	V2

4.6 - Simulação Térmica – Potência

Tal como já foi referido anteriormente, para a determinação da potência de aquecimento e de arrefecimento recorreu-se à simulação térmica detalhada mediante

a utilização do software de cálculo design builder. Para este cálculo foram utilizados os perfis reais de utilização, a densidade de iluminação e a densidade de equipamento real.

Seguidamente são apresentados os resultados obtidos na simulação:

Quadro 4.5 – Resultados obtidos na simulação térmica – potência

Simulação Arrefecimento kW	Simulação Aquecimento kW	Instalada Arrefecimento kW	Instalada Aquecimento kW
31,19	31,65	39,20	38,50

4.7 - Simulação Térmica – Energia

Para determinação do consumo de energia para aquecimento e arrefecimento dos edifícios foi utilizado o mesmo programa anteriormente referido. Para este cálculo foram tidos em conta os padrões de referência de utilização dos edifícios, descritos no anexo XV do RSECE [6], para as tipologias consideradas.

A tabela seguinte representa os resultados obtidos na simulação para a energia gasta em climatização contabilizando a energia gasta na ventilação. Por simplificação a energia devida à ventilação foi igualmente dividida entre aquecimento e arrefecimento.

Implementação de um plano de medição e verificação de eficiência energética num Edifício de serviços

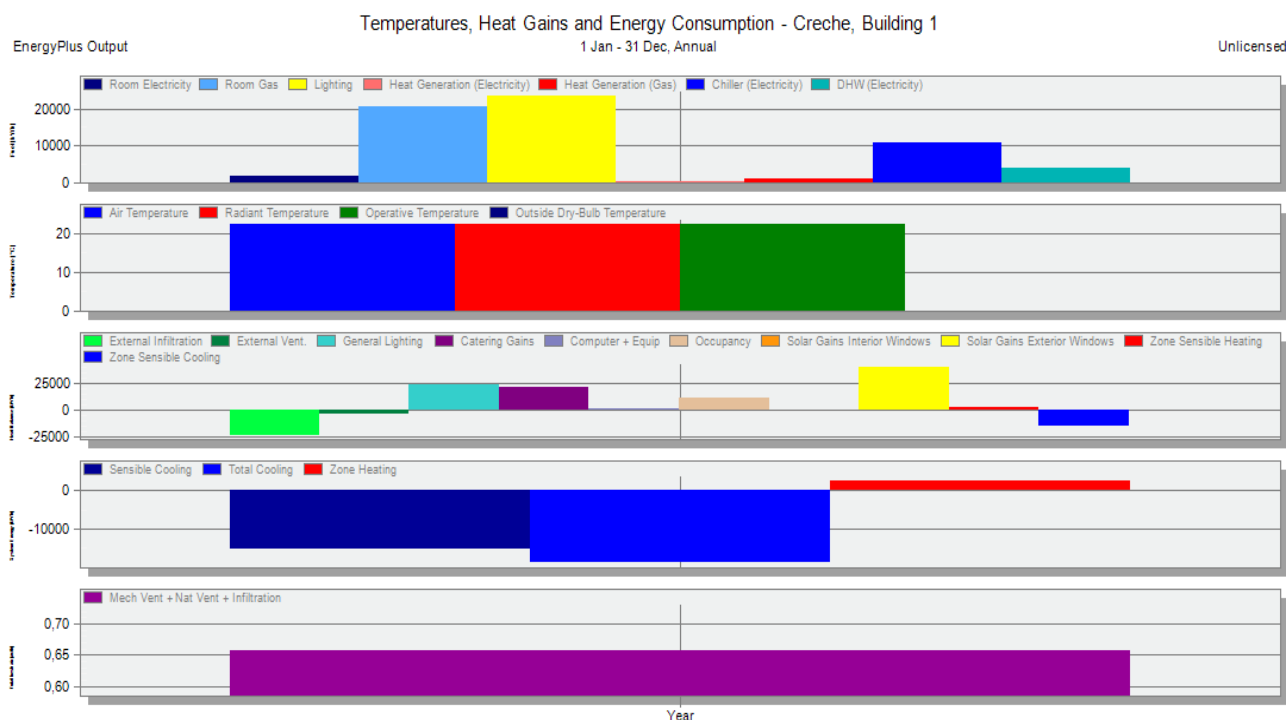


Figura 4.1 – Gráfico resultante da simulação

➤ Energia de aquecimento

Quadro 4.6 – Simulação Térmica

Air Temperature (°C)	18,04
Radiant Temperature (°C)	15,03
Operative Temperature (°C)	16,53
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	4,00
Glazing (kW)	-4,98
Walls (kW)	-8,99
Ceilings (int) (kW)	-1,15
Floors (int) (kW)	0,53
Ground Floors (kW)	-0,73
Partitions (int) (kW)	0,00
Roofs (kW)	-2,27
Doors and vents (kW)	-0,85
External Infiltration (kW)	-6,55
External Vent. (kW)	-6,73
Zone/Sys Sensible Heating (kW)	31,65

➤ Energia de arrefecimento:

Quadro 4.7 – Simulação Térmica

Room Electricity (kWh)	1.546,63
Lighting (kWh)	20.543,61
System Fans (kWh)	23.668,77
Heat Generation (Electricity) (kWh)	273,68
Chiller (Electricity) (kWh)	10.324,25
DHW (Electricity) (kWh)	3.817,87
Air Temperature (°C)	22,35
Radiant Temperature (°C)	22,49
Operative Temperature (°C)	22,42
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	0,00
External Infiltration (kWh)	-23.779,60
External Vent. (kWh)	-3.385,66
General Lighting (kWh)	23.668,77
Catering Gains (kWh)	20.543,61
Computer + Equip (kWh)	1.546,63
Occupancy (kWh)	10.570,75
Solar Gains Exterior Windows (kWh)	39.521,92
Zone/Sys Sensible Heating (kWh)	2.645,21
Zone/Sys Sensible Cooling (kWh)	-15.205,13
Sensible Cooling (kWh)	-15.205,97
Total Cooling (kWh)	-18.894,47
Zone Heating (kWh)	2.646,21
Mech Vent + Nat Vent + Infiltration (ac/h)	0,66

4.8 - Indicador de Eficiência Energética

No cálculo do indicador de eficiência energética foram considerados os consumos obtidos para iluminação e para equipamento obtidos no programa de simulação para o edifício.

Os aparelhos de iluminação são na sua generalidade de encastrar com lâmpadas fluorescentes e fluorescentes compactas, com balastros eletrónicos, com uma densidade de iluminação interior de 10,0 W/m².

Considerou-se que os equipamentos da cozinha funcionam a gás.

Os dados apresentados de seguida são retirados da folha de cálculo do IEE.

Quadro 4.8 – Consumos energéticos anuais do edifício

Consumos energéticos anuais do edifício (ou fracção autónoma) - Introdução de dados									
Espaços:	Área m ²	Consumo anual de energia eléctrica				Consumo anual de combustíveis			
		Q _{aquecimento} kWh / ano	Q _{arrefecimento} kWh / ano	Q _{iluminação} kWh / ano	Q _{outros fins} kWh / ano	Q _{aquecimento} kWh / ano	Q _{arrefecimento} kWh / ano	Q _{AQ} kWh / ano	Q _{outros fins} kWh / ano
Espaços úteis comuns	0								
Espaços úteis :									
Estabelecimento de ensino	665	2.646	18.894	23.669	1.547			1.555	
...	0								
...	0								
...	0								
...	0								
...	0								
...	0								
Consumo dos espaços úteis :	665	2.646	18.894	23.669	1.547	0	0	1.555	0
Consumo dos úteis (incluindo os comuns)	665	2.646	18.894	23.669	1.547	0	0	1.555	0
Espaços complementares :									
Estacionamento	0								
Cozinha	22				1.368				12.315
Lavandaria	0								
Armazém	0								
Consumo dos espaços complementares	22	0	0	0	1.368	0	0	0	12.315
Valor total para o edifício (ou FA) :	688	2.646	18.894	23.669	2.915	0	0	1.555	12.315

Quadro 4.9 – Ficha de classe energética do edifício

FA's ou edifícios abrangidos pelo RSECE								
Concelho -->		-->		FARO				
Distância à costa marítima -->		-->		15 km				
Altitude do lugar (em relação ao nível do mar) -->		-->		20 m				
Zona climática de Inverno -->		-->		I1				
Número de graus-dias de aquecimento -->		GD =		1060 °C . dias				
Duração da estação de aquecimento -->		M =		4,3 meses				
Zona climática de Verão -->				V2-S				
Temperatura do ar exterior no Verão - T _{atm} =				23,0 °C				
Identificação do edifício / FA: 0,00								
Tipo de edifício (ou FA) de edifício de serviços -->				Pequeno edifício de serviços				
Edifício (ou FA) novo ou existente -->				--> Existente				
Sistema de climatização do edifício (ou da FA) -->				Aquecimento e Arrefecimento				
Área total de pavimento -->		-->		A _{total} = 687,6 m ²				
Área útil de pavimento (total) -->		-->		A _p = 687,6 m ²				
Volume do espaço útil -->		-->		Vol = 2062,7 m ³				
Factor de forma -->		-->		FF = 0,727 m ⁻¹				
Classe energética do edifício (ou da FA) -->				B-				
O edifício está regulamentar								
Indicadores de eficiência energética		Aquecim.	Arrefecim.	Iluminaçã	AQS	Outros	Total	Referência
kgep / m ² . ano -->		IEE _{aq}	IEE _{arr}	IEE _{ilum}	IEE _{AQS}	IEE _{out}	IEE _{total}	IEE _{ref}
Valor global para o edifício (ou para a FA)		1,06	3,98	9,98	0,19	2,77	17,99	18,42
	A _p (m ²)							
Estabelecimento de ensino	665,4	1,09	4,12	10,32	0,20	0,67	16,40	15,00
...	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
...	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
...	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
...	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
...	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
...	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Espaços úteis (incluindo os comuns)	665,4	1,09	4,12	10,32	0,20	0,67	16,40	15,00
	A _p (m ²)							
Estacionamento	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cozinha	22,2	0,00	0,00	0,00	0,00	65,58	65,58	121,00
Lavandaria	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Armazém	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Espaços complementares	22,2	0,00	0,00	0,00	0,00	65,58	65,58	121,00

Face ao pretendido, foi verificado o cumprimento regulamentar dos valores calculados, nomeadamente das necessidades nominais de aquecimento, arrefecimento, necessidades globais de energia primária, requisitos mínimos de

qualidade térmica para a envolvente do edifício e o cumprimento dos fatores solares máximos admissíveis dos vãos envidraçados.

Desta forma, a classificação obtida para o edifício em estudo é de classe B-

Para referência e enquadramento do valor obtido, seguidamente é apresentado um quadro, onde se explicita as classes energéticas aplicáveis aos edifícios e os respetivos valores de R.

Quadro 4.10 – Classe energética do edifício

classificação energética dos edifícios	classe energética	$R = N_{tc}/N_t$
	A+	$R \leq 0,25$
	A	$0,25 < R \leq 0,50$
	B	$0,50 < R \leq 0,75$
	B-	$0,75 < R \leq 1,00$
	C	$1,00 < R \leq 1,50$
	D	$1,50 < R \leq 2,00$
	E	$2,00 < R \leq 2,50$
	F	$2,50 < R \leq 3,00$
	G	$3,00 < R$

CAPÍTULO 5

CALIBRAÇÃO DO MODELO

Por definição, a calibração do modelo base considerado, é suportado na comparação dos valores obtidos na simulação dinâmica efetuada através do software “design builder” com os consumos reais verificados, e cujos valores deverão ser semelhantes.

No entanto e porque após análise dos elementos disponibilizados (que se encontram resumidos no capítulo anterior do presente trabalho), considera-se que são insuficientes para definir com precisão e rigor a totalidade dos consumos e necessidades energéticas do edifício.

Para resolver esta dificuldade de caracterização do edifício em termos energéticos, desenvolveu-se um modelo de cálculo das necessidades energéticas do mesmo que se considerou o mais aproximado e fiável para servir de base à implementação do plano de medição e verificação [3].

Assim e porque esta tipologia de abordagem encontra-se prevista no protocolo IPMVP [3], os resultados obtidos nas simulações dinâmicas realizadas para cada uma das medidas de melhoria propostas, serão analisados e comparados com o valores obtidos na simulação dinâmica para o modelo de base previamente definido.

CAPÍTULO 6

IDENTIFICAÇÃO DO POTÊNCIAL DE POUPANÇA

Neste capítulo pretende-se identificar de forma clara e objetiva aspetos ao nível do edifício existente e da utilização que lhe é imposta, sobre os quais se reconhece potencial de poupança energética cuja diferença poderá representar uma redução nos custos de exploração.

A definição das medidas com carácter de poupança a implementar são encontradas de acordo com uma filosofia que se procura implementar no edifício, e que se baseia em custos reduzidos de intervenção e na garantia de que a exploração da instalação não será grandemente afetada. Assim e de acordo com o que se pretende para o estudo em questão, poderemos encontrar dois tipos de medidas:

- Corretivas, em que se pretende corrigir elementos já existentes e que demonstram ineficiência ao nível energético;
- De adaptação do nível do serviço disponibilizado, em que as medidas preconizadas são enquadradas de acordo com a filosofia do nível de serviço que é pretendida oferecer aos ocupantes dos espaços.

Assim e ao nível das medidas corretivas, serão estudadas medidas de correção ao tratamento térmico existente na envolvente exterior da 1.^a fase de construção e vãos com envidraçados nas fachadas nesta mesma zona. Será ainda estudada a implementação de introdução de medida corretiva ao tratamento térmico na cobertura do 1.º piso, sendo que esta intervenção apenas recai na 1.^a fase de construção.

Inicialmente foi levantada a hipótese de substituir o sistema de climatização existente na primeira fase de construção por um novo sistema de aquecimento/arrefecimento do ar idêntico ao existente na 2.^a fase de construção desta creche. Contudo e porque a adoção de uma medida deste cariz carece de uma

intervenção maior, nomeadamente envolvendo trabalhos de construção civil que possivelmente iriam condicionar a exploração da creche e face ao investimento necessário, esta solução foi descartada, restringindo-se este campo, unicamente a intervenções de “construção civil”, de baixo custo e de fácil intervenção, sem a necessidade de intervir no interior do edifício.

Relativamente ao nível do nível de serviço pretendido, serão estudadas variações ao nível da temperatura interior nos espaços, ao nível de iluminação pretendido e à ocupação de espaços (esta última como análise de sensibilidade), em que é possível a existência de variações na ocupação. Esta avaliação qualitativa do nível de serviço, ainda que relativa, baseia-se em medidas muito simples de fácil implementação, representando custos muito reduzidos ou praticamente inexistentes para a instalação, pelo que estas são as medidas cuja implementação é possível num curto espaço de tempo.

Salienta-se que cada uma das medidas anteriormente identificadas será analisada à luz do plano de medição e verificação que será definido no próximo capítulo.

Assim, são identificados os seguintes pontos em que se reconhece potencial de redução de consumo de energia:

- Tratamento corretivo à fachada da 1.^a fase de construção da creche;
- Existência de caixilharia de vidro simples, com maiores perdas e ganhos energéticos comparativamente com os aplicados na segunda fase da construção da creche;
- Revisão do nível de serviço disponível – maior amplitude de temperatura ambiente;
- Revisão dos equipamentos de iluminação e instalação de sensores para controlo de iluminação/controlo de ocupação dos espaços e sensores crepusculares;

- Controle de ocupação existente através da instalação de sensores para controle de ocupação dos espaços.

CAPÍTULO 7

PLANO M&V

7.1 - Generalidades

Das principais dificuldades para aplicar os conceitos de eficiência energética é que a medida de resultados é avaliada pela redução do uso da energia. A missão da EVO [2] é desenvolver e promover a utilização de protocolos normalizados, métodos e ferramentas para quantificar e gerir os riscos de desempenho e benefícios associados a atividades económicas relacionadas com a eficiência energética da utilização final da energia, energias renováveis e consumo eficiente de água.

A mais-valia da aplicação deste protocolo é que o mesmo:

- Define abordagens normalizadas para medições e poupança, para clarificar os donos das instalações.
- Legitima os projetos ESE através do reconhecimento internacional da "caixa registadora" para a poupança.
- Fornece orientações relativamente ao trade-off entre a "precisão e o custo da medição.
- Ajuda as partes envolvidas a criar termos transparentes e repetíveis para os contratos de desempenho e comércio de emissões, para pagamento das poupanças contratualizadas;
- Atualiza a definição do estado da arte da M&V [3] através da constante evolução do sítio da EVO [2].

Contudo o IPMVP [3] não é um livro de receitas, pois continua a necessitar de uma aplicação cuidadosa para cada projeto. A sua principal limitação é não cobrir detalhadamente projetos de sistemas de medição e instrumentação, a estimativa de

custos das atividades de M&V [3], a engenharia de energia e a análise estatística ao projeto.

7.2 - Objetivos da M&V

- ✓ Aumentar a poupança de energia
- ✓ Documentar transações financeiras
- ✓ Aumentar o financiamento para projetos de eficiência
- ✓ Melhorar projetos de engenharia, operação e manutenção das instalações
- ✓ Gerir os orçamentos de energia
- ✓ Aumentar o valor dos créditos de redução de emissões
- ✓ Suportar a avaliação de programas regionais de eficiência energética
- ✓ Potenciar a compreensão pública da gestão de energia como ferramenta de política pública

7.3 - Definição do Plano de M&V

Medição & Verificação (M&V) [3] é o processo de utilização de medições para determinar corretamente a poupança real obtida numa instalação por um plano de gestão de energia. Anteriormente foi utilizada a palavra poupança, quando na realidade não é possível medir a energia não consumida. No entanto esta palavra faz sentido sob o ponto de vista de comparação de valores de consumo obtido a montante e jusante da aplicação do plano de M&V, em que é possível medir a redução de consumo, sendo este o parâmetro que vulgarmente denomina-mos de poupança.

Este processo consiste na medição dos consumos de energia e posteriormente na análise das medições de consumo de energia para determinar a redução de consumo energético. No gráfico que se apresenta a seguir é possível verificar a forma de análise que é proposta realizar através do plano M&V [3].

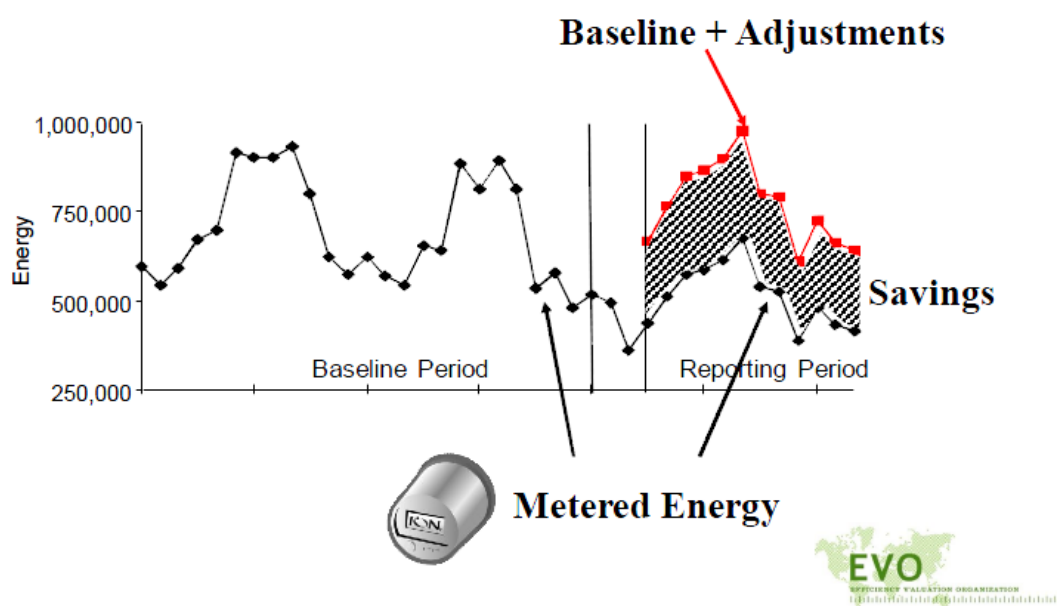


Figura 7.1 – Gráfico demonstrativo da análise ao consumo energético proposto pelo M&V

Assim a filosofia consiste em realizar uma auditoria energética ou obter os registos de consumos num período de referência, implementar as medidas preconizadas e previamente estabelecidas e seguidamente, reportar os consumos obtidos após a implementação do plano, ao período de referência.

Conforme explicitado anteriormente a equação base do protocolo é:

Poupança de consumo reportada para qualquer período = Energia do período do consumo de referência - Energia do período de reporte +/-Ajustes

Nesta equação, é acrescentado um novo parâmetro de “ajustes”. Este parâmetro é acrescentado pelo fato de a medição de consumos ter que ser comparável, ou seja, é necessário realizar a comparação de consumos para condições idênticas.

No projeto aqui em análise, as condições de exploração da creche poderão variar de ano para ano, por exemplo, poderá ocorrer uma alteração da ocupação verificada em anos letivos consecutivos ou intervalados, motivada por falta de crianças ou definições regulamentares. Assim e para que os resultados possam ser comparáveis, o consumo de energia do período de referência e do período de reporte

são ajustados para o mesmo conjunto de condições, para serem realizadas comparações validas e fiáveis.

Os ajustes podem ser triviais, simples ou complexos. Os orçamentos de M&V determinam habitualmente a simplicidade ou complexidade dos ajustes.

A extensão dos ajustes depende:

- Da necessidade de precisão;
- Da complexidade dos fatores que determinam o consumo de energia;
- Da quantidade de equipamento cujo desempenho é avaliado e;
- Do orçamento disponível.

Para a implementação do plano de M&V neste ou em qualquer projeto é primeiramente necessário identificar como se pretende intervir.

Assim, no IPMVP [3], existem dois métodos para a análise do projeto/instalação:

Método da Medição de Toda a Instalação: Mede todos os efeitos na instalação e é aplicável a:

- Reabilitações e outras alterações (intencionais e não intencionais)
- Utiliza frequentemente o contador da instalação
- Os ajustes podem ser complexos

Método da Medição Isolada - Mede o feito da reabilitação, todavia

- A poupança não é afetada pelas alterações que estão para além da fronteira de medição
- Habitualmente necessita de um novo contador
- Os ajustes podem ser simples

7.4 - Definição dos métodos enquadrados no IPMVP ao Projeto

Tal como referido anteriormente, a medição de resultados energéticos implica a comparação de elementos ou termos idênticos. Porém é possível ajustar a linha base de consumos, reportando-se posteriormente a energia consumida num período para as mesmas condições, permitindo a sua comparação.

No protocolo M&V [3], existem dois métodos para a realização da análise e medição de resultados obtidos, Método de toda a instalação e Método do isolamento.

Em cada método existem duas alternativas permitindo desta forma flexibilidade para varias situações distintas.

No primeiro método inserem-se as opções A - Medição isolada: medição do parâmetro chave, e opção B – Medição isolada: Medição de todos os parâmetros.

No segundo método inserem-se as opções C – Toda a instalação – em que é necessário os dados do período de referência e do período de reporte e opção D – Toda a instalação - simulação calibrada, em que quando não há contador ou os dados disponíveis não são suficientes no período de referência, os dados de consumo de referência podem ser simulados em circunstâncias controladas.

Assim e para o caso em estudo, optou-se pela **opção D (toda a instalação)**, pois assim poder-se-á avaliar, o impacto de cada medida de melhoria de eficiência energética introduzida e perceber qual ou quais MMEE's são interessantes para implementação. O período de referência e de reporte serão períodos de um ano civil, com inicio em 1 de janeiro e término em 31 de dezembro.

7.5 - Definição dos parâmetros a medir

Para a implementação de um plano de M&V, é necessário identificar previamente em cada projeto, pontos, aspetos ou comportamentos onde exista

potencial de redução de consumo. No caso em estudo e no que refere a cada medida de melhoria, é necessário identificar a variável independente. Entende-se como variável independente, o elemento que, introduzido na solução inicial, produz alterações de comportamento. Seguidamente serão discriminadas as soluções consideradas para estudo:

Medidas corretivas:

✓ **Medida de melhoria 1 - Aplicação de isolamento térmico pelo exterior (fachada)** – Trata-se de uma solução contínua para revestimento exterior de paredes em fachada que, combinando a utilização de um material rígido de isolamento térmico com revestimentos de acabamento e decoração adequados, proporciona um elevado desempenho na proteção térmica da zona opaca das paredes. A colocação do material isolante pelo exterior das paredes de fachada permite maximizar a parcela da massa destas a considerar para a determinação da classe de inércia térmica do edifício. Assim o sistema considerado para o efeito é a solução da Weber, denominado webertherm [12] extra sistema com resistência melhorada baseado em placas de poliestireno extrudido [13] (XPS) de 60 mm.

Neste caso a variável independente é o isolamento térmico introduzido.

Para efeitos de simulação e para garantir-se uma gama de valores que permita uma decisão sustentada da aplicação ou não desta medida de melhoria, a variável independente considerada terá uma amplitude de 30 mm de espessura a 80 mm de espessura, passando pelas espessuras de 40 mm e 60 mm. Neste caso foram respeitadas as espessuras comerciais existentes no mercado, garantindo-se também a exequibilidade da solução.

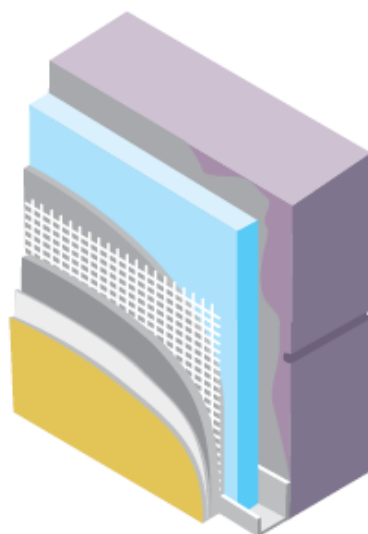


Figura 7.2 – esquema da solução preconizada para revestimento de fachada pelo exterior – webertherm extra

- ✓ **Medida de melhoria 2 – Substituição de caixilharia de madeira e envidraçados em vidro simples por caixilharia em alumínio Termo lacado e vidros duplos** – O vidro duplo a aplicar será incolor, do tipo SGG CLIMAPLUS, composto por SGG PLANILUX + AR + SGG PLANILUX. A caixilharia terá proteção exterior de portadas metálicas de lâminas de cor escura. Local sem ocupação noturna. **Neste caso a variável independente é o vidro duplo.** Conforme já foi descrito na medida de melhoria anterior, para efeitos de simulação e para garantir-se uma gama de valores que permita uma decisão sustentada da aplicação ou não desta medida de melhoria, a variável independente assumirá a solução de dois vidros com 3 mm de espessura e caixa-de-ar de 6 mm, de dois vidros com 3 mm e 6 mm de espessura e caixa-de-ar de 6 mm, dois vidros com 6 mm de espessura e caixa-de-ar de 6 mm e por ultimo dois vidros com 6 mm de espessura e caixa-de-ar de 10 mm.

- ✓ **Medida de melhoria 3 – Revisão do nível de serviço pretendido – Temperatura ambiente** - Neste caso será alterada a temperatura ambiente pretendida, com exceção nas salas de bebés que se manterá a temperatura definida pela DGS [9]. **A variável independente é a temperatura ambiente**, que em situação de aquecimento irá variar entre os 18°C e 19°C (sendo esta a temperatura inicialmente pré-definida). No período de arrefecimento variará para os valores de 26°C e 27°C, sendo neste

caso a temperatura inicialmente pré-definida de 25.°C. A humidade relativa será mantida nos 50%.

Este exercício tem por base um modelo de conforto adaptativo, em função da temperatura exterior, conforme é possível confirmar na figura seguinte.

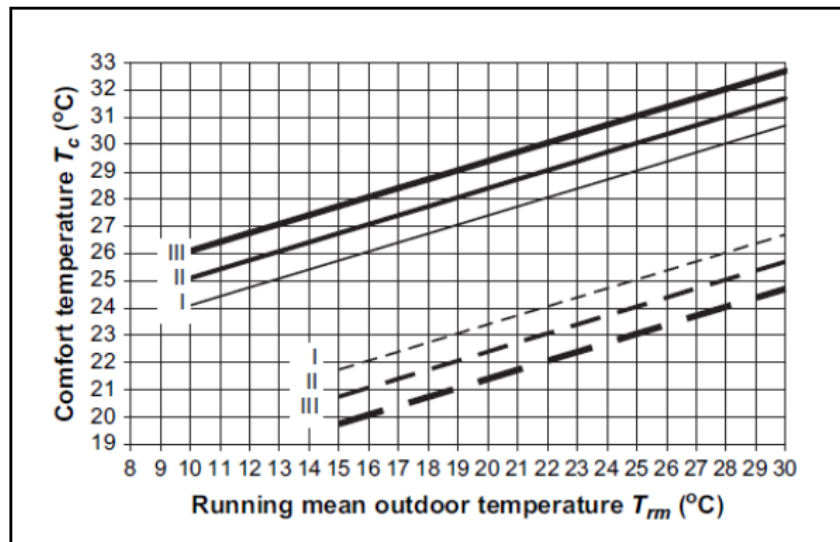


Figura 7.3 - Limites de conforto superiores e inferiores para as temperaturas interiores de edifícios em regime de funcionamento livre, em função da temperatura média exterior exponencialmente ponderada

- ✓ **Medida de melhoria 4 – Iluminação** - Neste caso será considerada a alteração das armaduras e respetivas lâmpadas, bem como a instalação de sensores de presença e interruptores crepusculares para controlo da iluminação e reguladores de fluxo da intensidade de iluminação. São estas as variáveis independentes e que se traduzem numa redução gradual da densidade de iluminação interior para valores unitários compreendidos entre os 9,0 e 4,0 W/m².
- ✓ **Medida de melhoria 5 – Ocupação** - Neste caso será realizado um exercício de variação da ocupação do edifício (apesar dos valores impostos no RSECE [6]), sendo analisados os respetivos impactos nas necessidades energéticas do edifício. Apesar da ocupação do edifício ser um fator de difícil medição, sabe-se que a ocupação prevista para o edifício é variável ao longo do dia, pois o horário de chegada das crianças é variável, decorrendo entre as 8:30 até às 10:00, assim como a saída das

instalações inicia-se por volta das 16:30, terminando às 18:30. A mesma situação também ocorre com a equipa de colaboradores da creche, cuja permanência na creche é flutuante. **A variável independente é a ocupação.** Assim, pretende-se realizar uma análise de sensibilidade para uma melhor perceção das necessidades energéticas do edifício em função da sua ocupação, sendo que o controlo da ocupação poderá ser concretizado com a instalação em cada espaço de sistema de controlo de ventilação por demanda por CO₂, que permitirão intervir no caudal de ventilação, na regulação da temperatura e insuflação de ar novo nos espaços em função das reais necessidades. Em cada simulação realizada neste caso, a amplitude da relação de ocupação/área, traduzem numa redução gradual na mesma para valores compreendidos entre os 0,09 pessoas/m² e os 0,06 pessoas/m², com uma gama de variação de 0,01.

Salienta-se a proposta da empresa S&P [18] com a solução de DCV, anuncia uma redução de consumo energético até 55%.



Figura 7.4 – Esquema proposto pela Firma S&P, para instalação de controlo da ventilação por demanda por CO₂, para instalações trifásicas.

7.6 - Previsões e resultados expetáveis com base em simulação dinâmica

Tal como foi referido anteriormente, para o caso em estudo, a opção recairá sobre a **opção D**. Desta forma poder-se-á avaliar, isoladamente e em toda a instalação, o

impacto que cada medida de melhoria introduzida tem no edifício e nas suas necessidades energéticas, potenciando assim a comparação dos resultados obtidos.

Com o recurso ao programa de simulação dinâmica de edifícios, foram implementadas as medidas anteriormente identificadas com potencial de poupança e foram obtidos os resultados que seguidamente são apresentados.

Salienta-se que os cálculos percentuais apresentados têm como referencia o consumo de energia anual base e o investimento realizado na introdução da medida de melhoria, que por sua vez é reportado percentualmente ao custo energético anual do edifício.

Medida de melhoria 1 - Aplicação de isolamento térmico pelo exterior (fachada)

Neste caso, a solução da medida de melhoria de eficiência energética proposta tem custos variados, que variam consoante a espessura do isolamento térmico a aplicar, sendo acrescentado um custo fixo do revestimento exterior ao isolamento. Assim, seguidamente apresenta-se um quadro com os custos unitários para cada espessura e a respetiva estimativa global da sua aplicação.

Quadro 7.3 – Resumo do valor a investir e taxa face ao custo energético inicial para cada espessura de isolamento térmico

	30 mm	40 mm	60 mm	80 mm
Custo unitário/m ²	8,34 €	10,21 €	15,31	16,61
Estimativa de custo global	1.117,76 €	1.276,13 €	1.914,19 €	2.076,25
% de investimento face ao custo energético anual	14,77%	16,86%	25,29%	27,43%

Quadro 7.2 – Resultados de consumo obtidos para cada espessura de isolamento térmico

	Valor referência	Correção fachada			
		30 mm	40 mm	60 mm	80 mm
Consumo total (kWh)	60.804,21	60.614,85	60.622,83	60.647,13	60.665,35
Redução (%)	100%	0,31%	0,30%	0,26%	0,23%
Custo global (€) (1 kWh=0,125 €)	7.568,55 €	7.544,98 €	7.545,97 €	7.548,99 €	7.551,26 €

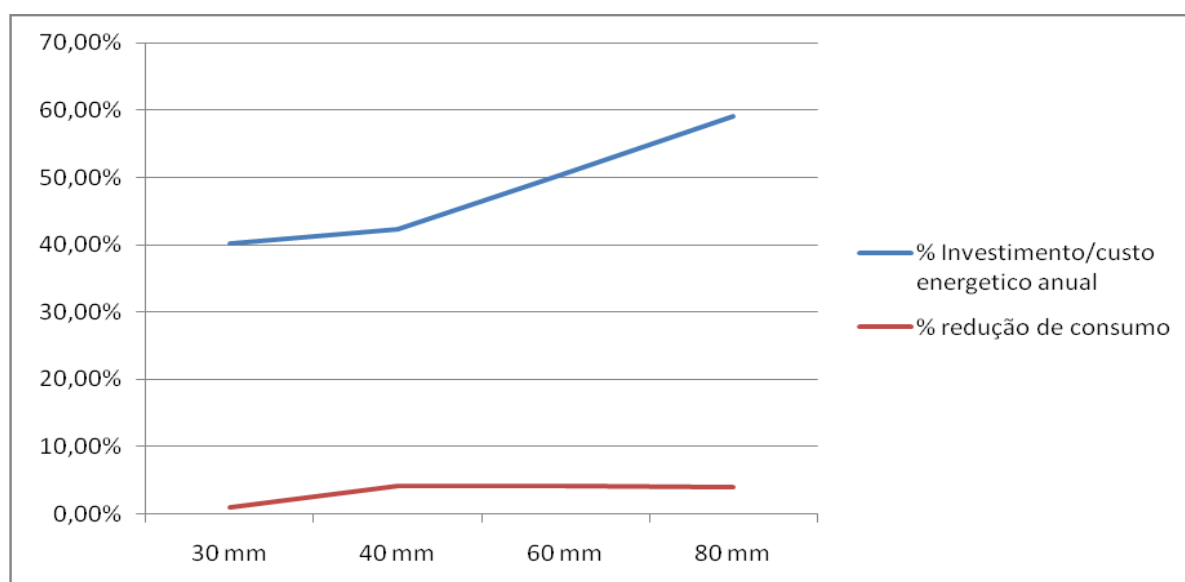


Figura 7.5 – Gráfico comparativo de % de investimento vs % de redução de consumo energético – Medida de melhoria 1

✚ Medida de melhoria 2 – Substituição de caixilharia de madeira e envidraçados em vidro simples por caixilharia em alumínio termo lacado e vidros duplo

Nesta proposta de medida de melhoria de eficiência energética, a solução à semelhança da medida de melhoria 1, apresenta custos variados, que variam consoante a espessura do vidro e caixa-de-ar a aplicar. Assim, seguidamente apresenta-se um quadro com os custos unitários para cada espessura e qual a estimativa global da sua aplicação.

Quadro 7.3 – Resumo do valor a investir e taxa face ao custo energético inicial para cada tipo de envidraçado

	3+6+3 mm	3+6+6 mm	6+6+6 mm	6+10+6 mm
Custo unitário/m ²	175 €	190 €	210 €	240 €
Estimativa de custo global	10.053,75	10.915,50 €	12.064,50 €	13.788,00 €
% de investimento face ao custo energético anual	132,84%	144,22%	159,40%	182,17%

Quadro 7.4 – Resultados de consumo obtidos para cada tipologia de vidro duplo

	Valor referencia	Correção envidraçados			
		3+6+3 mm	3+6+6 mm	6+6+6 mm	6+10+6 mm
Consumo total (kWh)	60.804,21	60.166,13	58.256,64	58.302,20	58.370,22
Redução (%)	100%	1,05%	4,19%	4,11%	4,00%
Custo global (€) (1 kWh=0,125 €)	7.568,55 €	7.489,12 €	7.251,44 €	7.257,11 €	7.265,58 €

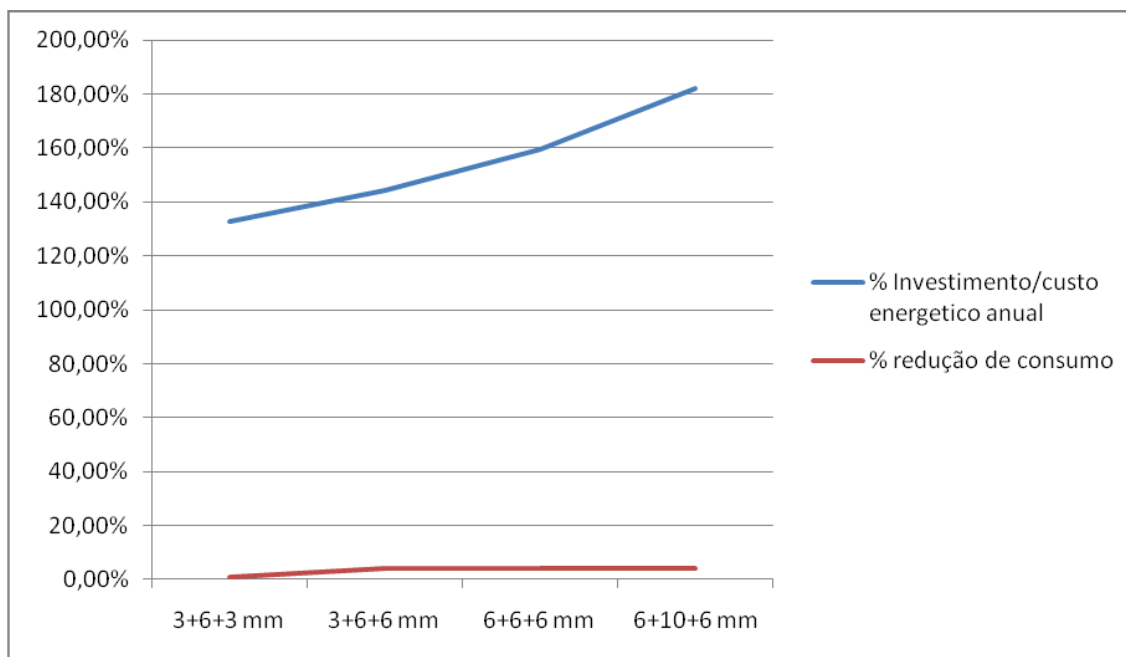


Figura 7.6 – Gráfico comparativo de % de investimento vs % de redução de consumo energético – Medida de melhoria 2

Medida de melhoria 3 – Revisão do nível de serviço pretendido – Temperatura ambiente

Nesta proposta de medida de melhoria de eficiência energética, a implementação da mesma não tem qualquer acréscimo de custo. Desta forma a relação com a redução de consumo será unicamente realizada face à variação de temperatura interior.

Quadro 7.5 – Resultados de consumo obtidos para cada variação de temperatura ambiente

	Valor Referência	Temperatura Ambiente - Aquecimento/arrefecimento			
		19°C	18°C	26°C	27°C
Consumo total (kWh)	60.804,21	60.514,86	60.144,95	59.131,64	57.771,26
Redução (%)	100%	0,48%	1,08%	2,75%	4,99%
Custo global (€) (1 kWh=0,125 €)	7.568,55 €	7.532,53 €	7.486,49 €	7.360,36 €	7.191,02 €

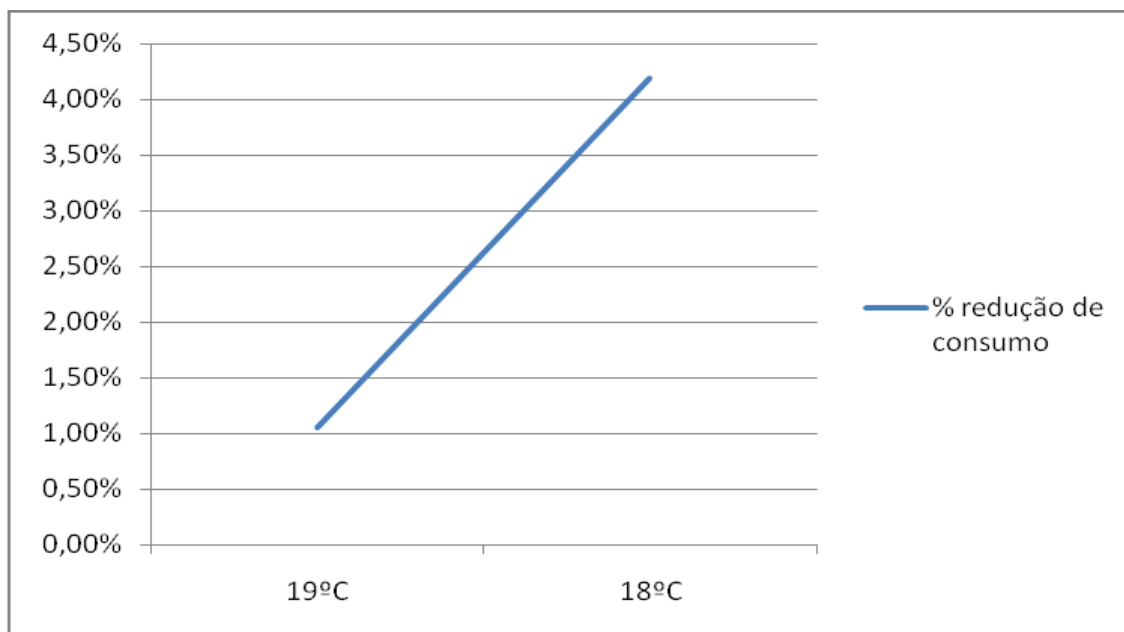


Figura 7.7 – Gráfico evolução de % de redução de consumo energético – Medida de melhoria 3 – Situação de Aquecimento

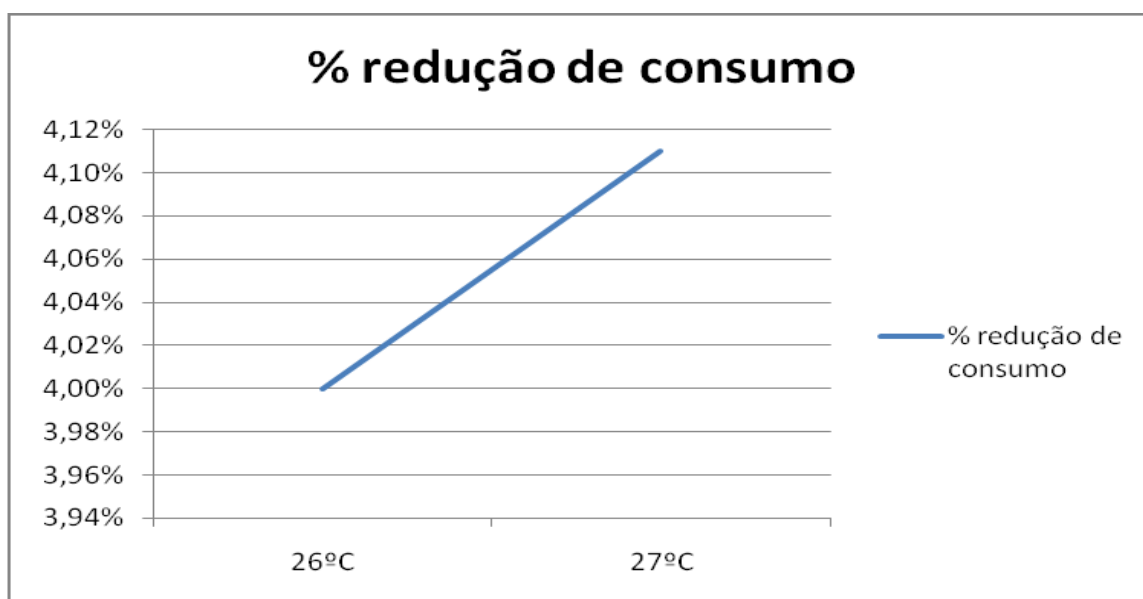


Figura 7.8 – Gráfico evolução de % de redução de consumo energético – Medida de melhoria 3 – Situação de Arrefecimento

Medida de melhoria 4 – Iluminação

Nesta proposta de melhoria, a implementação da medida de melhoria, apresenta custos variados consoante a redução da densidade de iluminação pretendida. Para

estimar custos, foi realizada uma estimativa global da intervenção para reduzir a densidade de iluminação a 4 W/m², sendo posteriormente repartida pelos níveis de densidade de iluminação definidos. Assim, seguidamente apresenta-se um quadro com os custos unitários para cada equipamento a instalar e respetivo custo.

Quadro 7.6 – Orçamento obtido para instalação do sistema de deteção de presença e interruptores crepusculares da Esylux [17]

ESYLUX PORUGAL	Tabela de Preços 2013	Preço Unitário
ed10016660	CDSi-A/N16AX branco	96,60 €
em10425400	Caixa de montagem saliente IP 54 branca	7,80 €
EP10426735	PD-C360i/24 DIMplus-SM branco	260,40 €

Quadro 7.7 – Resumo do investimento e taxa face ao custo energético anual por variação de densidade de iluminação

	8 W/m ²	7 W/m ²	6 W/m ²	5 W/m ²	4 W/m ²
Estimativa de custo global	450 €	900 €	1.350 €	1.800 €	2.250 €
% de investimento face ao custo energético anual	5,95%	11,89%	17,84%	23,78%	29,73%

Quadro 7.8 – Resultados de consumo obtidos para cada variação de densidade de iluminação

	Valor Referencia	Iluminação				
		8 W/m ²	7 W/m ²	6 W/m ²	5 W/m ²	4 W/m ²
Consumo total (kWh)	60.804,21	57.656,87	54.537,46	51.443,37	48.383,46	45.356,21
Redução (%)	100%	5,18%	10,31%	15,40%	20,43%	21,33%
Custo global (€) (1 kWh=0,125 €)	7.568,55 €	7.176,78 €	6.788,50 €	6.403,37 €	6.022,49 €	5.645,67 €

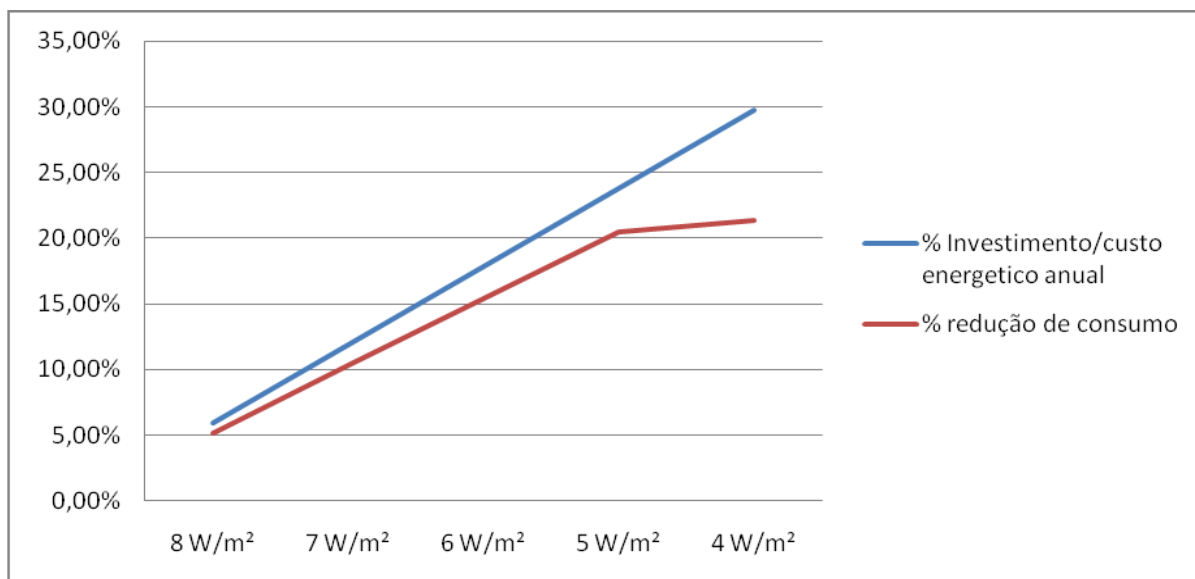


Figura 7.9 – Gráfico comparativo de % de investimento vs % de redução de consumo energético – Medida de melhoria 4

Medida de melhoria 5 – Ocupação

Esta proposta de medida de melhoria de eficiência energética, em conceito, é muito semelhante à medida anterior, ressalvando sempre o cumprimento do RSECE[6]. Assim, a implementação da medida de melhoria apesar da necessidade de cumprir com o definido no RSECE [6] tem um caráter de sensibilidade e apresenta custos variados consoante a redução da relação ocupacional do edifício.

Para estimar custos, foi realizada uma estimativa global da intervenção para reduzir a relação ocupacional do edifício a 0,06 pessoas/m², sendo posteriormente repartida pelos níveis de ocupação definidos. Assim, seguidamente apresenta-se um quadro com os custos unitários para cada equipamento proposto instalar.

Quadro 7.9 – Orçamento obtido para instalação do sistema DCV da S&P [18]

<i>Soler & Palau - Tabela Preços 2013</i>		<i>Preço</i>	<i>EAN Barras</i>	<i>Uni.</i>	<i>Unid.</i>	<i>Art.</i>
<i>ID</i>	<i>Descrição</i>	<i>2013</i>	<i>Artigo</i>	<i>Embalag.</i>	<i>Medida</i>	<i>Divisão</i>
5401620500	VAPZ-3	220,96	8413893278661	1	un	INDUSTRIAL
5401612700	VFTM TRI 0,55	528,18	8413893269683	1	un	INDUSTRIAL

Quadro 7.10 – Resumo do investimento e taxa face ao custo energético anual por variação de densidade de iluminação

	0,09 Pessoa:	0,08 Pessoas/n	0,07 Pessoas/m ²	0,06 Pessoas/m ²
Estimativa de custo global	750 €	1500 €	2.250 €	3.000 €
% de investimento face ao custo energético anual	9,91%	19,82%	29,73%	39,64%

Quadro 7.11 – Resultados de consumo obtidos para cada variação da relação de ocupação/área

	Valor referencia	Ocupação			
		0,09 Pessoas/m ²	0,08 Pessoas/m ²	0,07 Pessoas/m ²	0,06 Pessoas/m ²
Consumo total (kWh)	60.804,21	60.508,29	60.223,12	59.281,45	59.644,62
Redução (%)	100%	0,49%	0,96%	2,50%	1,91%
Custo global (€) (1 kWh=0,125 €)	7.568,55 €	7.531,71 €	7.496,22 €	7.379,00 €	7.424,21 €

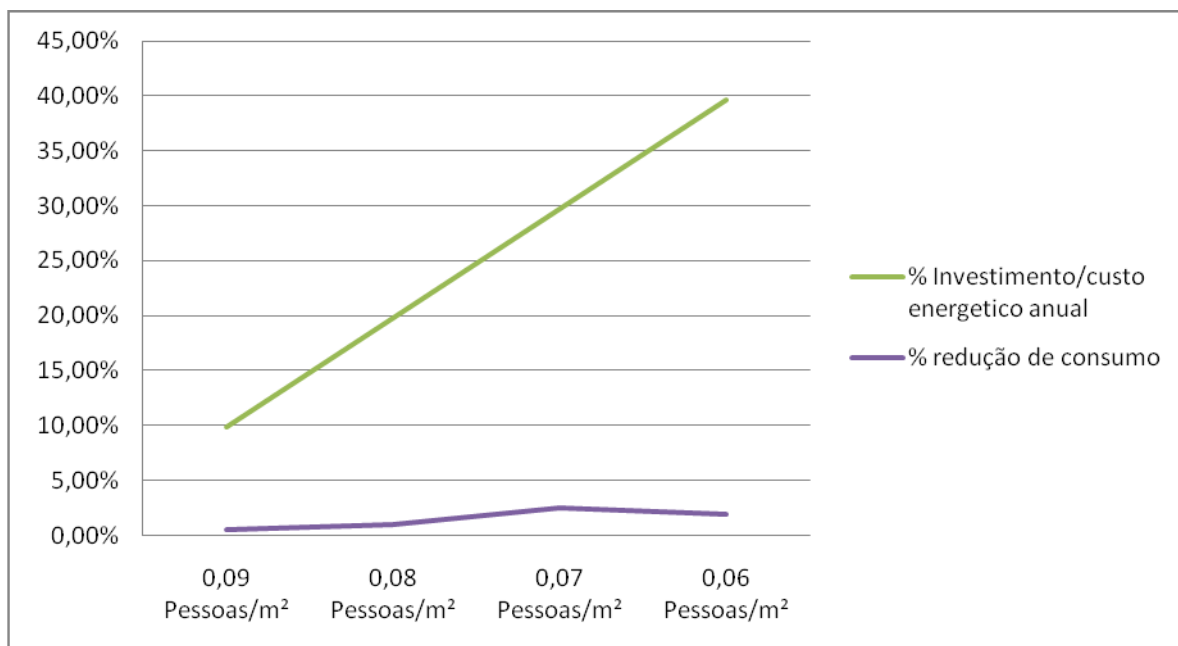


Figura 7.10 – Gráfico comparativo de % de investimento vs % de redução de consumo energético – Medida de melhoria 5

Da análise aos resultados obtidos é possível constata-se que:

- ✓ Nas necessidades energéticas no aquecimento, salienta-se que todas as medidas de melhoria, verificam uma redução na energia consumida;
- ✓ A medida de melhoria 4 é a que se traduz na maior redução de consumo de energia;
- ✓ A medida de melhoria 1 e 5, têm pouca expressão na redução de consumos;
- ✓ No parâmetro de eletricidade do edifício resultante das simulações, verifica-se que as alterações propostas praticamente não produzem variações das necessidades elétricas;
- ✓ Constata-se que nem sempre o aumento de investimento se traduz num aumento da redução de consumo.

Assim e para efeitos de estudo de viabilidade financeira, e porque as medidas de melhoria identificadas como 1, 2 e 5, apresentam uma estimativa de redução de consumo que se considera como **não relevante**, apenas serão consideradas as propostas discriminadas na medida de melhoria 3 e 4, sendo que estas também representam as medidas de melhoria de menor investimento, conforme é possível

verificar no capítulo seguinte. A expectativa de redução de consumos de energia nestes 2 casos varia entre os seguintes valores:

Quadro 7.12 – Expectativa de redução de consumo em kWh

Medida redução energética	Intervalo de Expectativa de Redução de Consumo	
	Min	Max
Medida de melhoria 3	289,35 kWh	3.032,95 kWh
Medida de melhoria 4	3.147,34 kWh	15.448 kWh

Para uma melhor perceção dos valores absolutos em euros, que na realidade é esse o fator decisório para a gestão do empreendimento, estes valores correspondem aos valores apresentados no quadro 7.14.

Salienta-se que o custo do kWh considerado é referente aos custos disponibilizados em setembro 2012 no sítio da EDP na internet [15].

Como os consumos energéticos em empresas são discriminados por energia ativa vazio normal, energia ativa ponta e energia ativa cheias, com base nos consumos disponíveis em 2011, foi realizada uma relação percentual do peso que cada tipo financeiro de energia representa no custo geral energético do edifício.

Seguidamente apresenta-se dois quadros com os cálculos referidos e que refletem a expectativa de redução dos custos (em euros).

Quadro 7.13 – Cálculo do custo a considerar para o kWh

	Consumo acumulado 2011 (kWh)	% no consumo global	Custo do kWh (euro/kWh)	Custo a considerar para calculo do kWh (euro/kWh)
En. Ativa vazio normal	19.126	28,63%	0,0757	0,125
En. Ativa ponta	15.008	22,47%	0,2103	
En. Ativa cheias	32.667	48,90%	0,1136	
Total	66.801			

Quadro 7.14 – Expetativa de redução de consumo em euros

Medida redução energética	Intervalo de Expetativa de Redução de Consumo em Euros / Ano	
	Min	Max
Medida de melhoria 3	36,17 €	379,12 €
Medida de melhoria 4	393,42 €	1.931 €

Quadro 7.15 – Poupança global por classe de investimento

Propostas de medidas de melhoria do desempenho energético			
Sugestões de medidas de propostas (implementação não obrigatória)	Redução anual da fatura energética	Custo estimado de investimento	Período de retorno do investimento
3	Revisão do nível de serviço pretendido – Temperatura ambiente	⊗	⊗
4	Iluminação	⊗	⊗
Legenda:	Redução anual da fatura energética	Custo estimado de investimento	Período de retorno de 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
Pressupostos e observações a considerar na interpretação da informação apresentada:			
Medida 1 - Custo adicional específico referente à substituição da solução prevista para vãos envidraçados nulo, custo da energia elétrica: 0,125 €/kWh (Fonte: EDP – Tarifário de 2011 para BTE)			

CAPÍTULO 8

ANÁLISE FINANCEIRA DO INVESTIMENTO

Neste capítulo, pretende-se realizar uma análise aos resultados obtidos anteriormente, aplicáveis às duas medidas de melhoria consideradas como as de maior rentabilidade e que apresentam condições de fácil implementação. Para o efeito, e porque uma das medidas não tem qualquer investimento inicial, logo o

retorno da MMEE é imediato, para a análise financeira, será considerada a aplicação das duas MMEE's (maior amplitude térmica da temperatura ambiente e redução da densidade de iluminação) conjuntamente. No entanto e porque existe a possibilidade de optar por uma das várias opções que as variáveis independentes permitem, será realizado o estudo para a situação mais favorável e também para a mais desfavorável.

Salienta-se que nesta análise, por o investimento ser reduzido, foi desprezado o custo de oportunidade aplicável ao valor a investir.

Situação mais desfavorável:

Quadro 8.4 – Análise do tempo de retorno de investimento

	Ano 0	Ano 1	Ano 2
1. Investimento	-450 €	0 €	0 €
2. Redução de custos com energia	0 €	430 €	430 €
3. Cash Flow Actualizado	-450 €	430 €	430 €
4. Cash Flow Acumulado	-450 €	-20 €	410 €

Situação mais favorável:

Quadro 8.2 – Análise do tempo de retorno de investimento

	Ano 0	Ano 1
1. Investimento	-2.250 €	0 €
2. Redução de custos com energia	0 €	2.310 €
3. Cash Flow Actualizado	-2.250 €	2.310 €
4. Cash Flow Acumulado	-2.250 €	60 €

Comentários aos resultados obtidos:

Conforme é possível verificar nas tabelas anteriores, o tempo de retorno do investimento necessário para implementar as duas medidas de melhoria preconizadas, varia entre um ano após o investimento (situação mais favorável) e dois anos após o investimento (situação mais desfavorável), o que se julga como um prazo muito positivo para recuperação do investimento.

CAPÍTULO 9

CONCLUSÕES

No presente trabalho, pretendeu-se realizar uma abordagem diferente face ao tipo de análise e apoio à decisão para a implementação ou não, de medidas de melhoria da eficiência energética em edifícios, utilizando um protocolo, que ainda se encontra em fase de embrionária nos estudos de mercado no nosso país, mas que tem vindo a recolher apoios e aumentar a sua aplicabilidade ao nível internacional.

No capítulo I do presente projeto, foram definidos 3 objetivos concretos para o desenvolvimento do presente trabalho:

- 1 – Implementar, através dos métodos propostos pelo protocolo IPMVP, um plano de medição e verificação no edifício em estudo;
- 2- Quantificar por medida de melhoria de eficiência energética (MMEE) dos custos (em unidade monetária) e consumos (em unidade de energia) evitados no edifício de serviços identificado. Avaliar os resultados obtidos e a confrontar com os resultados expectáveis;
- 3 – Identificar potenciais medidas de melhoria de eficiência energética no edifício de serviços em estudo.

Os objetivos definidos foram numerados por ordem decrescente de importância. Assim e para realizar a respetiva avaliação e análise, iniciar-se-á a avaliação pelo 1.º objetivo.

Os registos de consumos disponíveis e a ausência de uma auditoria energética ao edifício condicionaram a implementação de um plano de medição e verificação. De acordo com os elementos disponíveis optou-se por adotar uma metodologia de M&V que maioritariamente é aplicada em projeto, a **opção D do Protocolo IPMVP da**

EVO [3] e que se baseia na confrontação de resultados (simulados) de cada medida de melhoria de eficiência energética em todo o edifício, com a simulação dinâmica inicial (base).

Para aferir os resultados deste plano de M&V seguidamente, e após um período em exploração, terá que ser realizada a verificação e confrontação dos resultados obtidos, sendo este o passo final para a implementação do plano de M&V, pelo que não se poderá considerar que o plano de M&V tenha sido implementado na sua totalidade.

Relativamente à quantificação por medida de melhoria de eficiência energética (MMEE) dos custos e consumos evitados no edifício de serviços identificado (2.º objetivo), importa relevar que o edifício em estudo é um pequeno edifício de serviços, onde a implementação de medidas de melhoria de eficiência energética, sob o ponto de vista do cliente final, tem pouca expressão nos custos globais de exploração.

Esta afirmação é suportada nos resultados obtidos, em que não se justifica financeiramente a aplicação de algumas MMEE identificadas. Contudo, e tendo por base os resultados obtidos no estudo realizado, a abordagem deverá ser realizada em termos de grandeza da redução do consumo.

Dos resultados obtidos, salientam-se as MMEE's de redução do nível de serviço através da variação da temperatura de setpoint em um ou dois graus celsius e do controlo de iluminação (com maior relevância para a primeira), pela facilidade de implementação e poupança de recursos energéticos que se traduzem em folgas orçamentais, são bastante interessantes e passíveis de aplicação, com tempos de retorno do investimento muito reduzidos.

No estudo realizado constata-se que todas as MMEE's se traduziram em poupança energética, contudo, com exceção das identificadas no parágrafo anterior, a sua aplicação não é justificável devido pelo nível de investimento, salientando-se que nem sempre o aumento de investimento se traduz num aumento da redução de consumo.

De entre várias medidas de melhoria de eficiência energética passíveis de estudo, foram identificadas cinco medidas de simples implementação. Esta metodologia deve-

se ao fato de se pretender que o dono do edifício/entidade exploradora, possa vir a beneficiar do presente estudo.

As MMEE identificadas e propostas para análise foram discriminadas no capítulo VI.

BIBLIOGRAFIA

- [1]. Agência para a energia. Website: www.adene.pt – Acedido em junho 2012
- [2]. Efficiency Valuation organization. Website: www.evo-world.org - Acedido em maio 2012.
- [3]. Protocolo Internacional de Medição e Verificação do Desempenho Energético. Conceitos e Opções para a Determinação de Poupança de Energia e de Água. Volume 1, Efficiency Valuation Organization, EVO 10000-1:2009.
- [4]. U.S. Department of Energy, M&V Guidelines: Measure and verification for Federal Energy Projects 2008.
- [5]. Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE). Decreto-Lei 78/2006. Diário da República n.º 67, 1.ª série. 2006.
- [6]. Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE). Decreto-Lei 79/2006. Diário da República n.º 67, 1.ª série. 2006.
- [7]. Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE). Decreto-Lei 80/2006. Diário da República n.º 67, 1.ª série. 2006.
- [8]. Resolução do Conselho de Ministros n.º 29/2010. Estratégia Nacional para a Energia 2020 (ENE2020) Diário da República, 1.ª série — N.º 73 — 15 de Abril de 2010. Lisboa.
- [9]. Direção geral de Saúde. Website: www.dgs.pt – Acedido em junho 2012.
- [10]. Portal da Saúde. Website: www.portaldasaude.pt. Acedido em junho 2012.
- [11]. Sociedade Portuguesa de Pediatria. Website: www.spp.pt. Acedido em junho 2012.
- [12]. Weber – Saint Gobain. www.weber.com.pt. Acedido em julho 2012.
- [13]. Imperialum, S.A.. Website: www.imperialum.com. Acedido em julho 2012.
- [14]. LNEC - ITE 50 – Coeficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios – Versão 2006.
- [15]. EDP Energias de Portugal. Website: www.edp.pt. Acedido em Novembro 2012.
- [16]. DER/INETI. Programa Solterm.
- [17]. Esylux Portugal, Lda. Website: <http://www.esylux.com/pt/pt>. Acedido em junho 2013.

- [18]. Soler&Palau Sistemas de Ventilación,S.L.U.. Website:<http://www.solerpalau.pt>
Acedido em junho 2013.
- [19]. Agência Internacional de Energia (AIE) - Portugal. Website: <http://aie.ineti.pt/>.
- [20]. Plano de Medição e Verificação Aplicados em Instalações com consumos Intensivo de Energia – Dissertação final de Mestrado Integrado em Engenharia Electrónica e de Computadores Major Energia - Nuno Miguel Ferreira Soares – FEUP 2010.
- [21]. Estudo dos Procedimentos de M & V em Projectos de Eficiência Energética – Dissertação Final de Mestrado em Sistemas Energéticos Sustentáveis – Maria Margarida Marecos Duarte Casqueiro – Universidade de Aveiro 2010.
- [22]. Portaria n.º 60/2013 de 23 de janeiro de 2013. Diário da República n.º 25, 2.ª série. 2013.
- [23]. Instituto Português de Soldadura e Qualidade (ISQ). Website: www.isqenergia.pt.

ANEXOS

Anexo I

Anexo II

Anexo III

Anexo IV

Anexo V

Anexo VI

Anexo VII