



Departamento
de Engenharia Eletrotécnica

Caracterização Energética da Fundação Mata do Bussaco

Trabalho de Projeto apresentado para a obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Eletrotécnica - Área de Especialização em
Automação e Comunicações em Sistemas Industriais

Autor

Luís Carlos Neto Pereira

Orientadores

Prof. Doutor Paulo Tavares

Prof.^a Doutora Dulce Coelho

Coimbra, julho 2015

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer em primeiro lugar aos Professores Paulo Tavares e Dulce Coelho pelo acompanhamento, orientação e apoio imprescindível na realização deste trabalho.

Gostaria também de agradecer a toda equipa de funcionários da Fundação Mata do Bussaco por toda a disponibilidade e ajuda na cedência de informações sobre a mata do Bussaco.

Aos meus pais pelos valores e princípios transmitidos ao longo da minha vida que fazem de mim a pessoa que sou hoje. E há minha namorada por todo apoio e força que me deu.

Por fim quero agradecer aos meus amigos por toda a força e amizade que sempre me deram ao longo desta caminhada.

RESUMO

O presente relatório de projeto apresenta a caracterização energética da Fundação Mata do Bussaco (FMB) e a avaliação das medidas de utilização racional de energia identificadas. Este projeto foi realizado na sequência de um protocolo estabelecido entre o IPC/ISEC e a Fundação Mata do Bussaco e teve como objetivo principal melhorar o desempenho energético dos edifícios da Fundação.

Grande parte das atividades desenvolvidas ao longo do presente trabalho de projeto decorreu num convento, Convento de Santa Cruz e no Edifício Sede, onde funcionam os serviços Administrativos da Fundação Mata do Bussaco.

Sendo o Convento um espaço com características específicas e, conseqüentemente, com necessidades específicas de iluminação, o trabalho iniciou-se com uma pesquisa das soluções existentes no mercado que melhor se adaptam às exigências do convento.

O sistema de iluminação deve ser selecionado para fornecer os níveis de iluminação para determinadas tarefas e também para tornar o espaço atraente para os frequentadores. No entanto, a escolha da iluminação deve ter em consideração as diferentes áreas que requerem diferentes níveis de iluminação e questões específicas, como os níveis de brilho, de cor e de temperatura.

O trabalho de projeto envolveu, numa primeira fase, a caracterização energética dos edifícios. Para tal, com recurso a equipamentos de monitorização, foi possível obter os níveis de iluminação dos edifícios e os diagramas de carga elétrica. Numa segunda fase foi feita a avaliação das oportunidades de racionalização de consumos identificadas, centradas essencialmente nos sistemas de iluminação e de aquecimento.

A implementação de medidas que reduzam os consumos de energia com a iluminação e os custos associados, sem comprometer o conforto de funcionários e frequentadores, dá aos gestores destes espaços uma oportunidade para reduzir o consumo de energia, reduzir o montante das faturas energéticas e participar no crescente esforço nacional e global para controlar a atual situação energética.

Palavras-chave: Aquecimento eficiente, Caracterização Energética, Convento, Iluminação Eficiente.

ABSTRACT

This project report presents the energy characterization of the Fundação Mata do Bussaco (FMB) and the evaluation of the identified energy measures for the rational use of energy. The project was carried out following a Protocol established between the IPC/ISEC and the Fundação Mata do Bussaco and aimed at improving the energy performance of buildings of the Foundation.

Most of the activities developed throughout this project took place in a convent, the Convento de Santa Cruz and at the Edifício Sede, where the administrative services are installed.

Being the convent a space with specific characteristics and with specific lighting requirements, this work involved a market research about lighting technologies that better suit the specific lighting requirements of the convent.

The artificial lighting system must be selected to provide the required lighting levels and also to make the space attractive to the customers. However, lighting must be selected according the different areas that require different lighting levels and specific requirements such as brightness, colour and temperature levels.

In a first phase, the energy characterization of buildings has been carried out. To do this, some monitoring equipment to obtain the existing lighting levels in the buildings and the electrical load diagrams has been used. During a second phase a technical-economic analysis of the efficient energy measures identified has also been performed, focusing mainly on lighting and heating.

Implementing measures to reduce energy consumption and associated costs, without compromising staff and customer comfort, gives managers of these spaces an opportunity to reduce energy consumption, to reduce energy bills and to participate in a growing national and global effort to control their energy situation.

Keywords: Convent, Efficient heating, Efficient Lighting, Energy Characterization.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABELAS	viii
ABREVIATURAS	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivos Propostos	3
1.2. Estrutura do Relatório	3
2. A Eficiência Energética em Edifícios.....	5
2.1. Enquadramento Legislativo	5
2.2. Sistemas Eficientes de Iluminação	7
2.2.1. Iluminação Natural	8
2.2.2. Iluminação Artificial.....	9
2.2.3. Tecnologias de Iluminação	11
2.3. Integração de Energias Renováveis	13
2.3.1. Biomassa	14
2.3.2. Aquecimento a Biomassa.....	15
2.3.3. Aquecimento Central com Caldeira a Lenha.....	15
2.4. Eficiência Energética em Edifícios de Culto – Boas Práticas.....	17
2.4.1. Igreja da Santíssima Trindade em Fátima.....	17
3. Caso de estudo: Caracterização Energética da FMB.....	21
3.1. A Fundação	21
3.2. A Mata Nacional do Buçaco	21
3.3. Caracterização Energética da FMB	25
3.3.1. Convento de Santa Cruz	26
3.3.2. Edifício Sede.....	31
3.3.3. Garagens FMB	35
4. Oportunidades de Racionalização de Consumos.....	37
4.1. Iluminação	37
4.1.1. Iluminação do Convento de Santa Cruz	37
4.1.2. Iluminação Edifício Sede	39
4.2. Aquecimento a Biomassa para o Edifício SEDE.....	40
5. Conclusão	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
ANEXOS.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 – Evolução da população mundial, por zona e perspectivas de crescimento.	1
Figura 1. 2 – Procura mundial de energia por fonte primária (1990-2035).	2
Figura 2. 1 – Exemplos de soluções para o aproveitamento da iluminação natural.	8
Figura 2. 2 – Temperatura da luz.	10
Figura 2. 3 – Lâmpadas incandescentes.	11
Figura 2. 4 – Lâmpadas fluorescentes tubulares T8.	12
Figura 2. 5 – Lâmpadas fluorescentes compactas.	12
Figura 2. 6 – Lâmpadas de halogéneo.	13
Figura 2. 7 – Lâmpadas LED.	13
Figura 2. 8 – Sistema de aquecimento central a água com caldeira.	16
Figura 2. 9 – Igreja da Santíssima Trindade.	17
Figura 2. 10 – Corte da igreja com inserção de luz natural	18
Figura 2. 11 – Plano inclinado refletor, tela difusora e estore invertido.	18
Figura 2. 12 – Laminas invertidas / Estores de controlo de luz.	19
Figura 2. 13 – Projetores Uplight da iluminação do teto.	19
Figura 2. 14 – Instalação dos painéis fotovoltaicos na cobertura.	20
Figura 3. 1 – Mata do Buçaco.	22
Figura 3. 2 – Imagens da Mata do Buçaco.	23
Figura 3. 3 – Visitas temáticas e atividades na Mata do Buçaco.	24
Figura 3. 4 – Visitas temáticas e atividades na Mata do Buçaco.	25
Figura 3. 5 – Convento de Santa Cruz.	26
Figura 3. 6 – Planta Convento de Santa Cruz.	27
Figura 3. 7 – Exemplo das infiltrações no teto do Convento de Santa Cruz.	28
Figura 3. 8 – Igreja do Convento de Santa Cruz.	28
Figura 3. 9 – Consumo de eletricidade no Convento de Santa Cruz – 2013.	29
Figura 3. 10 – Diagrama de carga diário do Convento de Santa Cruz.	30
Figura 3. 11 – Planta do Edifício Sede da FMB.	31
Figura 3. 12 – Instalação do analisador de redes no Edifício Sede.	32
Figura 3. 13 – Diagrama de carga diário do Edifício Sede – dia útil.	33
Figura 3. 14 – Consumo de eletricidade no Edifício Sede – 2013.	34
Figura 3. 15 – Aspeto da caldeira instalada no Edifício Sede.	34
Figura 3. 16 – Diagrama de carga das garagens.	35

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2. 1 – Exemplos de soluções para o aproveitamento da iluminação natural.	9
Tabela 3. 1 – Contratos de fornecimento de energia elétrica da FMB.	26
Tabela 3. 2 – Equipamentos existentes no Convento de Santa Cruz.	29
Tabela 3. 3 – Horário de funcionamentos do Convento de Santa Cruz.	30
Tabela 3. 4 – Iluminação existente no Edifício Sede.	32
Tabela 4. 1 – Avaliação da substituição das lâmpadas existentes por LED no Convento de Sta. Cruz.	38
Tabela 4. 2 – Análise económica da substituição da iluminação no Convento de Santa Cruz.	38
Tabela 4. 3 – Avaliação da substituição das lâmpadas existentes por LED no Edifício Sede.	39
Tabela 4. 4 – Análise económica da substituição da iluminação no Edifício Sede.	40
Tabela 4. 5 – Área das divisões do Edifício Sede.	40
Tabela 4. 6 – Projeto do sistema de aquecimento do Edifício Sede – caldeira.	41
Tabela 4. 7 – Projeto do sistema de aquecimento do Edifício Sede – radiadores.	42

ABREVIATURAS

ADENE: Agência para a Energia

AQS: Água Quente Sanitária

AVAC: Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado

CAGR: Taxa de Crescimento Anual Composta

CO₂: Dióxido de Carbono

DGEG: Direção Geral de Economia e Geologia

EDP: Energias de Portugal

FMB: Fundação Mata do Bussaco

GEE: Gases de Efeito de Estufa

ISEC: Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

LCC: Life Cycle Cost

LED: Light Emitting Diode

PRODER: Programa de Desenvolvimento Rural

QEE: Qualidade da Energia Elétrica

RECS: Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços

REH: Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação

SCE: Sistema de Certificação Energética dos Edifícios

URE: Utilização Racional de Energia

1. INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico e o progressivo desenvolvimento socioeconómico globais têm como consequência direta um aumento dos consumos de energia nas suas diferentes formas.

As Nações Unidas estimam que a população mundial aumente dos atuais 7 biliões para os 9 biliões até 2050, como a Figura 1.1 ilustra [1].

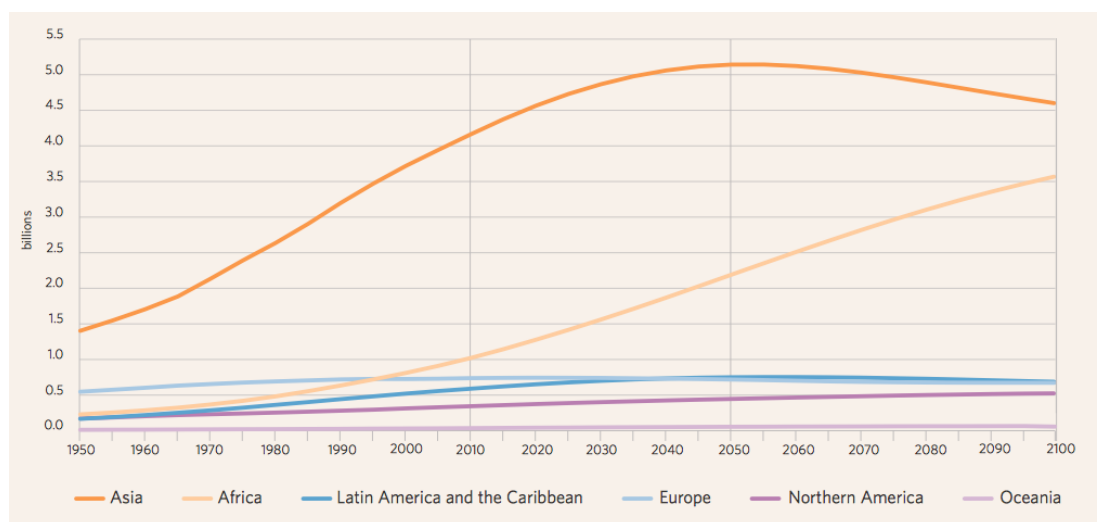


Figura 1. 1 – Evolução da população mundial, por zona e perspectivas de crescimento.

Este contínuo crescimento da população mundial será acompanhado por um aumento do consumo de energia, pelo que serão necessários mais recursos energéticos para satisfazer a procura de energia.

Prevê-se que, em termos mundiais, a satisfação da procura crescente de energia continue assente nas energias convencionais (produzidas a partir de combustíveis fósseis, como o carvão mineral, petróleo e o gás natural), as quais têm um impacto negativo na qualidade ambiental, através da emissão dos gases de efeito de estufa.

Como se pode observar a partir do gráfico da Figura 1.2, apesar de as energias renováveis serem as fontes que registam maior crescimento no período de 1990 a 2035, próximo dos 20%, o petróleo continuará a ocupar o 1º lugar entre as fontes fósseis, enquanto o gás natural aumentará 50% até 2035, o único combustível fóssil com peso aumentado em 2035, similar ao do carvão [2].

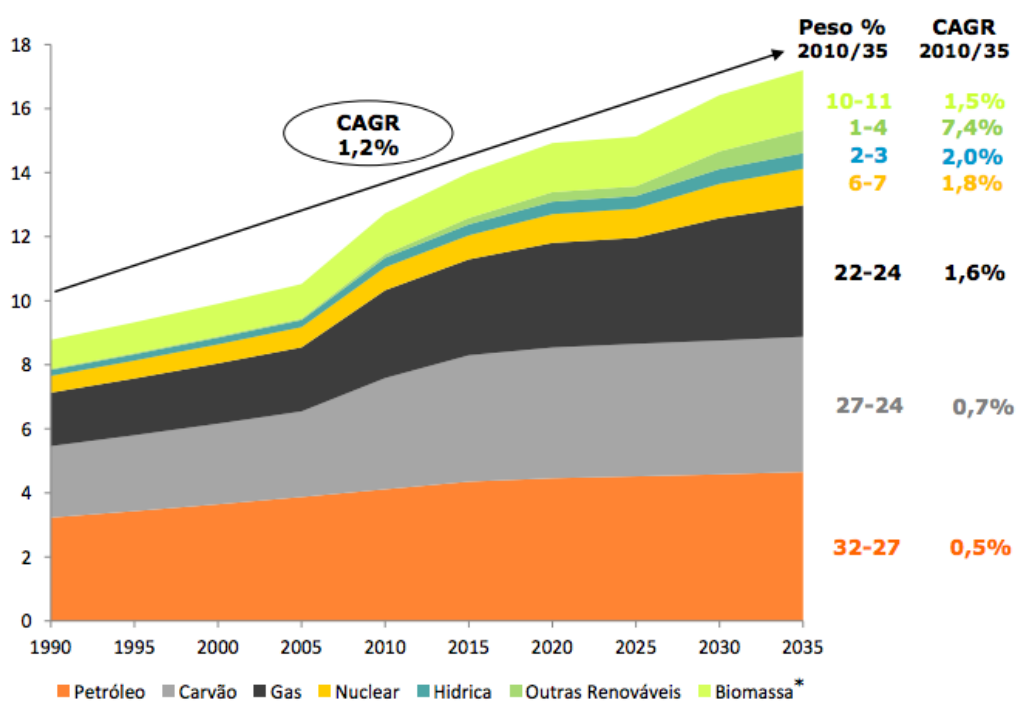


Figura 1. 2 – Procura mundial de energia por fonte primária (1990-2035).

Um dos setores que tem contribuído para o aumento do consumo de energia é o setor dos edifícios. Este setor é responsável por cerca de 40 % e 30% do consumo de energia total na União Europeia e em Portugal, respetivamente, oferecendo um grande potencial de redução no consumo de energia, nas emissões de CO₂ e na dependência energética [3].

No entanto, mais de 50% do consumo verificado no setor dos edifícios pode ser reduzido através da implementação de medidas de eficiência energética, o que pode representar uma redução anual de 400 milhões de toneladas de CO₂ – quase a totalidade do compromisso assumido pela União Europeia no âmbito do Protocolo de Quioto [4] e contribuir para assegurar a realização dos objetivos do Pacote Energia-Clima 20-20-20, a Estratégia Europeia para 2020 (atingir 20% em matéria de eficiência energética e reduzir 20% das emissões de CO₂ até 2020).

Sendo os sistemas de iluminação artificial responsáveis por cerca de 10 a 20% do total dos consumos de eletricidade nos países industrializados, devem ser um dos alvos prioritários na racionalização energética [5]. Uma vez que em termos europeus, 75% de toda a iluminação interior ainda é baseado em sistemas desatualizados e energeticamente ineficientes [6], a utilização de equipamentos eficientes de iluminação

conduzirá a uma redução significativa dos consumos de energia elétrica, com impactos positivos quer económicos (redução da fatura individual dos consumidores e redução das importações), quer ambientais (redução das emissões de CO₂) como sociais (adequação dos níveis de iluminação obtidos, obtendo-se uma maior qualidade de luz).

1.1. Objetivos Propostos

No âmbito do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica - Área de Especialização em Automação e Comunicações em Sistemas Industriais, este projeto foi realizado ao abrigo do Protocolo de colaboração entre o Instituto Superior de Engenharia de Coimbra e a Fundação da Mata do Bussaco.

O objetivo principal do projeto foi a caracterização energética de dois edifícios que fazem parte do património da Fundação Mata do Bussaco - o Convento de Santa Cruz e o Edifício Sede, onde estão localizados os serviços administrativos da Fundação.

Esta caracterização energética deveria permitir a identificação de oportunidades de racionalização de consumos, nomeadamente nos sistemas de iluminação artificial, indo ao encontro das preocupações manifestadas pelos responsáveis da Fundação Mata do Bussaco em reduzir os valores elevados da fatura de energia elétrica, garantir os requisitos de iluminação exigidos nos diferentes espaços e aumentar a qualidade de serviço nalguns locais.

Para além da caracterização energética dos edifícios referidos o trabalho de projeto envolverá, também, a avaliação técnica e económica das medidas de utilização racional de energia identificadas e com potencial de aplicação quer no Convento de Santa Cruz quer no Edifício Sede.

1.2. Estrutura do Relatório

O presente Relatório de Projeto está estruturado em cinco capítulos.

No primeiro capítulo é feito o enquadramento do trabalho, indicado o local da realização e indicados os objetivos principais do projeto.

No segundo capítulo é feita uma breve referência à eficiência energética em edifícios, nomeadamente aos sistemas de iluminação artificial. São ainda apresentados alguns exemplos de boas práticas de utilização racional de energia em edifícios de culto e

identificadas algumas soluções, com base em energias renováveis, que podem ser implementadas no tipo de edifícios analisados.

Uma descrição sucinta do espaço onde se localizam os edifícios analisados é feita no capítulo três. Neste capítulo é ainda apresentada a caracterização energética do Convento de Santa Cruz e do Edifício Sede da Fundação Mata do Bussaco.

No capítulo quatro são indicadas as oportunidades de racionalização de consumos identificadas para os dois edifícios e apresentada a respetiva avaliação técnico económica.

No último capítulo são apresentadas as principais conclusões deste projeto e indicados alguns trabalhos futuros.

2. A Eficiência Energética em Edifícios

“A eficiência energética é a otimização que realizamos no consumo de energia” [7].

Eficiência energética é um conceito simples como podemos constatar na afirmação acima transcrita. O simples gesto de desligar um carregador de um qualquer equipamento da tomada de alimentação é um bom princípio, mas não é o suficiente. As alterações dos comportamentos no que respeita aos hábitos de consumo de energia são muito importantes para uma utilização mais racional de energia, mas torna-se também necessário recorrer a tecnologias e processos mais eficientes.

O aumento da eficiência energética é atualmente um dos grandes objetivos da política energética da União Europeia. Em 2012 foi publicada a Diretiva [8] relativa à eficiência energética, que estabelece um conjunto de medidas de promoção da eficiência energética na União, com o objetivo do cumprimento das metas impostas para 2020, atingir 20% em matéria de eficiência energética. Ao abrigo desta diretiva, os Estados-Membros fixam objetivos nacionais de eficiência energética com base no consumo de energia primária ou final, nas economias de energia primária ou final, ou na intensidade energética.

Em Portugal, a Estratégia Nacional para a Energia 2020 (ENE 2020) [9] promove a eficiência energética através da aposta em medidas comportamentais e fiscais, assim como em projetos inovadores, designadamente otimização dos modelos de iluminação pública e de gestão energética dos edifícios públicos, residenciais e de serviços.

2.1. Enquadramento Legislativo

No setor dos edifícios foi publicada em 2002 a primeira diretiva relativa ao desempenho energético dos edifícios [10]. O objetivo desta diretiva era promover a melhoria do desempenho energético dos edifícios na Comunidade, tendo em conta as condições climáticas externas e as climáticas locais, bem como as exigências em matéria de clima interior e a rentabilidade económica.

A transposição desta diretiva para o ordenamento jurídico nacional foi feita através de três diplomas: Decreto-Lei n.º 78/2006, de 4 de abril, que aprovou o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios;

Decreto-Lei n.º 79/2006, de 4 de abril, que aprovou o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios e Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de abril, que aprovou o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios. Neste contexto, o Estado promoveu, com forte dinamismo, a eficiência energética dos edifícios e, por essa via, adquiriu uma experiência relevante, que se traduziu não só na eficácia do sistema de certificação energética, mas também no diagnóstico dos aspetos cuja aplicação prática se revelou passível de melhoria [11].

A reformulação da primeira diretiva respeitante ao desempenho energético dos edifícios, a Diretiva 2010/31/EU do Parlamento Europeu e do Conselho, foi transposta para o ordenamento jurídico português através do Decreto-Lei n.º 118/2013. Este decreto-lei inclui num único diploma, o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS). A legislação é aplicável aos edifícios novos, aos edifícios existentes sujeitos a grandes intervenções e edifícios existentes e define princípios gerais, concretizados em requisitos específicos para os seguintes pilares: no caso de edifícios de habitação assumem posição de destaque o comportamento térmico e a eficiência dos sistemas, aos quais acrescem, no caso dos edifícios de comércio e serviços, a instalação, a condução e a manutenção de sistemas técnicos.

Neste contexto, o Estado promoveu, com forte dinamismo, a eficiência energética dos edifícios e, por essa via, adquiriu uma experiência relevante, que se traduziu não só na eficácia do sistema de certificação energética, mas também no diagnóstico dos aspetos cuja aplicação prática se revelou passível de melhoria [11].

O Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE 2016) [12] integra, para o setor dos edifícios, um conjunto de medidas destinadas a potenciar a eficiência energética na iluminação, eletrodomésticos e reabilitação de espaços, com o objetivo de fomentar a substituição de equipamentos no setor Residencial e no setor dos Serviços, de modo a tornar mais eficiente o parque de eletrodomésticos, de equipamentos elétricos e da iluminação, acompanhando o avanço tecnológico promovido pelos produtores e induzido pelas crescentes exigências do mercado no sentido de reduzir os respetivos consumos energéticos. No contexto o PNAEE integra três grandes programas de eficiência energética no âmbito de edifícios residenciais e serviços:

- **Renove Casa e Escritório**, que integra um conjunto de medidas destinadas a potenciar a eficiência energética na iluminação, eletrodomésticos e reabilitação de espaços;
- **Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios**, que reúne as medidas que resultam do processo de certificação energética nos edifícios
- **Integração de Fontes de Energia Renováveis Térmicas/Solar Térmico**, relativo às medidas dirigidas à promoção de uma maior integração de fontes de energia renovável nos edifícios e equipamentos residenciais e de serviços.

2.2. Sistemas Eficientes de Iluminação

Na União Europeia os sistemas de iluminação artificial são responsáveis por cerca de 20% do consumo global de eletricidade, representando 20% da fatura de eletricidade de uma habitação, podendo esta percentagem atingir os 60% no setor dos serviços [13].

Em Portugal a situação é muito semelhante. No sector residencial os consumos em iluminação representam, em termos médios, cerca de 12% do consumo total de energia elétrica e no sector dos serviços esta percentagem sobe para 20%. Existe, pois, em ambos os sectores um elevado potencial de economia de eletricidade que não deve ser desprezado [4]. A redução dos consumos de eletricidade com os sistemas de iluminação artificial poderá ser alcançado quer através de um melhor aproveitamento da iluminação natural, quer pela instalação de tecnologias mais eficientes que proporcionem os níveis de iluminação necessários/recomendados para os diferentes espaços iluminados.

A implementação de sistemas eficientes de iluminação é uma oportunidade para reduzir o consumo de energia, reduzir o montante das faturas energéticas, reduzir os custos de manutenção dos sistemas e participar no crescente esforço nacional e global para controlar a atual situação energética, sem comprometer o conforto dos ocupantes/frequentadores dos espaços iluminados.

No caso particular dos locais de culto, como Conventos e Igrejas, a iluminação é um fator com grande importância, pois pode contribuir para a deterioração dos materiais (madeiras) e dos objetos expostos (arte sacra e pinturas).

2.2.1. Iluminação Natural

A iluminação natural, nem sempre é valorizada por parte dos projetistas durante a concepção dos edifícios.

A maximização da utilização da iluminação natural pode contribuir significativamente não só para o conforto visual e para o bem-estar dos seus utilizadores, mas também para a eficiência energética dos edifícios. Deste modo, deverá ser uma preocupação fundamental dos projetistas a integração de estratégias e medidas mais adequadas de aproveitamento da luz natural.

Existem atualmente várias soluções arquitetónicas que, para além da admissão da luz natural no interior dos edifícios nos períodos diurnos, permitem o contato visual com o exterior e a ventilação de espaços interiores. No entanto, estas soluções devem permitir uma fácil limpeza regular e os materiais usados devem ser de elevada qualidade para não haver perdas de energia térmica.

Na Figura 2.1 são apresentados alguns exemplos de soluções para o aproveitamento da iluminação natural em locais de culto.

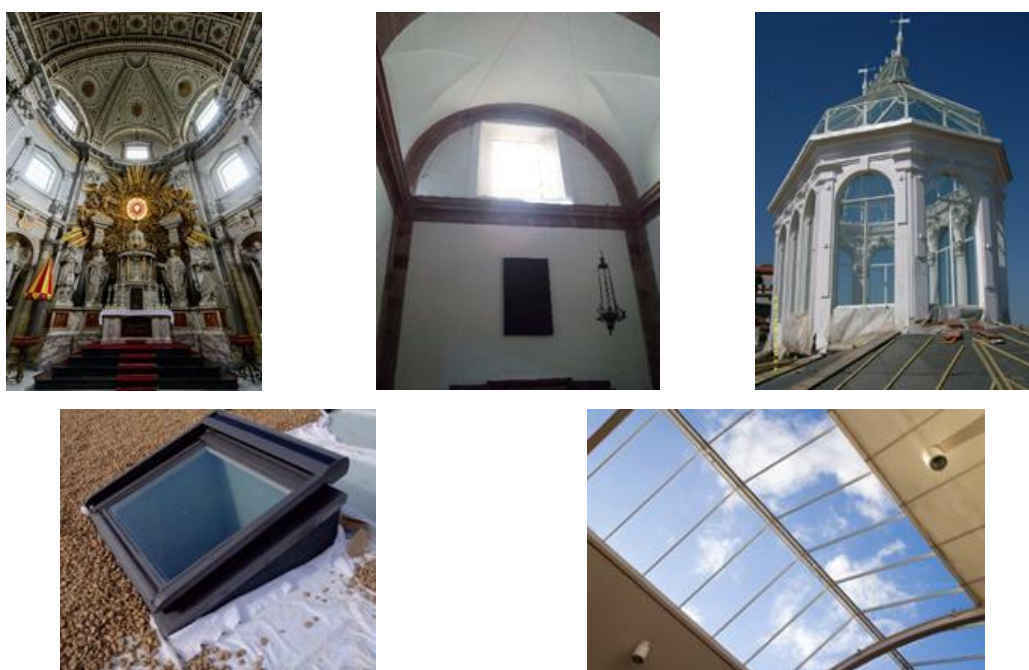


Figura 2. 1 – Exemplos de soluções para o aproveitamento da iluminação natural.

2.2.2. Iluminação Artificial

Os sistemas de iluminação artificial de qualquer espaço devem ser de acordo com os critérios de quantidade e qualidade da iluminação proporcionada. Assim, deverão ser tomados em consideração os seguintes parâmetros [14]:

- Equilíbrio da iluminação - Uma distribuição equilibrada da iluminação, evitando uma iluminação direcional muito difusa ou demasiado forte e reduzindo os contrastes acentuados, proporcionando conforto visual aos utilizadores;
- Níveis de iluminação - As diversas tarefas visuais desempenhadas requerem diferentes níveis de iluminação: quanto maior for o nível de detalhe ou menor for o contraste com o fundo, maior será a quantidade de luz necessária para a realização das tarefas. As instalações de iluminação devem proporcionar níveis de iluminação adequados quer à exigência das tarefas a desempenhar, quer às características dos utilizadores, nomeadamente a sua idade e características visuais. Nesta medida, a Comissão Internacional de Iluminação, (C.I.E.), recomenda níveis mínimos de iluminação para as diferentes tarefas, como mostrado na Tabela 2.1 [15].

Tabela 2. 1 – Exemplos de soluções para o aproveitamento da iluminação natural.

Nível	Iluminância (lx)	Actividade	
1	15		
2	30	Orientação, só estadias temporárias	
3	60		
4	120	Tarefas visuais ligeiras com contrastes elevados	Trabalhos em armazéns, estaleiros, minas, salas de espera, trabalhos de pintura e polimento
5	250		
6	500	Tarefas visuais normais com detalhes médios	Trabalhos em escritórios, processamento de dados, leitura, tingimento de couro, rebarbagem de vidro
7	750		
8	1000	Tarefas visuais exigentes com pequenos detalhes	Desenho técnico, comparação de cores, montagem de pequenos elementos em eletrónica
9	1500		
10	2000	Tarefas visuais muito exigentes com detalhes muito pequenos	Montagem de componentes miniaturizados, trabalhos de relojoaria, gravação, montagem fina, com tolerâncias muito apertadas
11	3000		
12	≥ 5000	Casos especiais	Salas de operações

- **Encandeamento:** O encandeamento, direto ou refletido, produz nos utilizadores sensações de desconforto que, em casos extremos, pode conduzir à total incapacidade de visão. É vulgar a ocorrência deste fenómeno nas instalações com lâmpadas fluorescentes montadas em régua desprotegidas. A sua eliminação é fácil, sendo para tal necessário a instalação nas armaduras de grelhas difusoras ou de polarizadores;
- **Restituição de cor** - O modo como a luz reproduz as cores dos objetos é uma das características importantes das lâmpadas e um fator determinante para a sua escolha em função das tarefas a desempenhar e da necessidade da criação de um ambiente agradável;
- **Temperatura da luz** - A temperatura da luz é fundamental saber qual o tipo de lâmpadas que se devem escolher num projeto luminotécnico. Uma luz de cor “branco quente (3000 K)” é adequada para espaços interiores de maior conforto, para iluminação decorativa, salas ou quartos; uma cor “branco (6000 K)” é indicada para locais de trabalho, cozinhas ou iluminação exterior; já um “branco frio (6500 K)” apresenta uma tonalidade azulada e deverá ser utilizada em locais exteriores ou de trabalho com necessidades específicas [16] (ver Figura 2.2).



Figura 2. 2 – Temperatura da luz.

2.2.3. Tecnologias de Iluminação

As tecnologias de iluminação continuam em desenvolvimento constante, com o objetivo de obter tecnologias cada vez mais eficientes, indo de encontro às preocupações energéticas, económicas e ambientais.

Faz-se de seguida uma referência sucinta às lâmpadas que são presentemente utilizadas nos edifícios analisados ao longo deste projeto e às lâmpadas mais eficientes que podem vir a ser instaladas.

Lâmpadas Incandescentes

As lâmpadas incandescentes (ver Figura 2.3) apresentam uma fraca eficiência energética (15 lm/W), pequeno tempo de vida útil (cerca de 1000 horas) e convertem apenas uma pequena fração da eletricidade consumida em luz (5% a 10%), sendo o restante dissipada sob a forma de calor. Dadas as suas características, as lâmpadas incandescentes têm vindo a ser substituídas por tecnologias mais eficientes, estando prevista a sua retirada do mercado por imposição legislativa comunitária.



Figura 2. 3 – Lâmpadas incandescentes.

Lâmpadas Fluorescentes Tubulares

Este tipo de lâmpada (ver Figura 2.4) é muito utilizado porque proporciona uma boa iluminação com pouca potência e baixo consumo energético, sendo as mais apropriadas para locais com necessidades de longa utilização de iluminação artificial.

Estas lâmpadas têm uma elevada eficácia e um período de vida muito elevado (cerca de 12 000 horas), permitindo economizar energia até 85 por cento, dependendo do modelo e da potência [17].



Figura 2. 4 – Lâmpadas fluorescentes tubulares T8.

Lâmpadas Fluorescentes Compactas

As lâmpadas fluorescentes compactas para além de apresentarem as mesmas vantagens das lâmpadas fluorescentes tubulares, possuem o balastro integrado e o mesmo tipo de casquilho das lâmpadas incandescentes, o que possibilita uma substituição direta das correspondentes lâmpadas incandescentes (ver Figura 2.5).

Este tipo de lâmpadas é recomendado para utilizações superiores a 1hora diária. Relativamente às lâmpadas incandescentes, as lâmpadas fluorescentes compactas têm uma vida útil média de cerca de 20 vezes maior e consomem menos 80% de energia.



Figura 2. 5 – Lâmpadas fluorescentes compactas.

Lâmpadas de Halogéneo

As lâmpadas de halogéneo são constituídas por um filamento de tungsténio contido num gás inerte e com uma pequena quantidade de halogéneo, com um funcionamento idêntico ao das lâmpadas incandescentes (ver Figura 2.6).

Nos últimos anos têm estado a ter uma melhoria significativa da eficiência energética, existindo atualmente lâmpadas 20 a 60% mais eficientes que as tradicionais e com uma vida útil de cerca de 5000 horas de utilização [17].



Figura 2. 6 – Lâmpadas de halogéneo.

Díodos Emissores de Luz (LED)

A redução do consumo de energia elétrica na iluminação passa indiscutivelmente pela utilização de lâmpadas LED, uma vez que este tipo de lâmpada apresenta um elevado rendimento luminoso e um bom índice de restituição de cor.

Estas lâmpadas têm um preço mais elevado que as lâmpadas fluorescentes, mas têm um período de vida muito superior. Na Figura 2.7 são apresentadas algumas lâmpadas LED existentes no mercado.



Figura 2. 7 – Lâmpadas LED.

Como as lâmpadas LED não imite raios UV nem infravermelho e apresentam baixa emissão de calor, permitem manter a temperatura natural sobre os objetos iluminados e tornar o ambiente envolvente agradável. Estas vantagens adicionais das lâmpadas LED ajudam a justificar a sua utilização em locais onde a iluminação deve ter características específicas, como é o caso de Museus, Igrejas e Conventos.

2.3. Integração de Energias Renováveis

Relativamente à integração de energias renováveis em edifícios, apenas se faz referência às fontes de energia e às tecnologias com potencial de aplicação nos dois

edifícios analisados, atendendo à localização e características específicas desses edifícios e que serão referidas no próximo capítulo.

2.3.1. Biomassa

“...a utilização destas soluções, por combustão de biomassa, representam um motivo acrescido para dinamizar a produção florestal ...” [18].

Por biomassa entende-se todos os subprodutos da agricultura, da pecuária, floresta ou da exploração da indústria da madeira, e que constituem matérias-primas para a produção de eletricidade e/ou calor.

A biomassa pode ser aproveitada diretamente como combustível, aproveitando o calor resultante da sua combustão para aquecimento de diversos tipos de espaços, para aquecimento de águas sanitárias (AQS) ou para aquecimento central de edifícios.

Quando, cada vez mais, se tem de ponderar os encargos com a fatura energética, o recurso à biomassa surge como uma das soluções mais interessantes e vantajosas do ponto de vista financeiro e mais importante do ponto de vista ambiental.

Adicionalmente, existe um variado leque de opções a utilizar como caldeiras de pellets, de lenha, de briquetes ou de carvão, dinamizando a produção florestal.

Vantagens

- Recurso Renovável;
- Baixo custo do combustível;
- Recuperação do investimento num curto espaço de tempo;
- Aproveitamento de resíduos florestais;
- Menor risco ambiental;
- Garantia de um fornecimento contínuo;
- Elevados rendimentos;
- Tecnologia muito eficiente.

Desvantagens

- Investimento inicial considerável.

2.3.2. Aquecimento a Biomassa

A biomassa, particularmente a biomassa florestal, constitui o elemento fundamental no desenvolvimento da humanidade. Num cenário caracterizado pelo aumento do preço das fontes de energia de origem fóssil e pela crescente degradação ambiental provocada pelas emissões de gases de efeito de estufa, a biomassa assume-se como uma excelente alternativa do ponto de vista económico e ambiental.

Portugal possui extensas áreas florestais, cujo ordenamento e limpeza permitem um abastecimento contínuo e sustentável desta energia endógena, substituindo as fontes de energia importadas e contribuindo positivamente para o desenvolvimento das economias locais e nacional.

A biomassa florestal é uma forma natural de armazenar energia solar em que os seus constituintes são todos naturais e podem ser renovados com a plantação de novas árvores. A sua queima integra-se num ciclo de carbono neutro, autossustentável e ambientalmente responsável. O enorme potencial deste combustível deve ser privilegiado e aproveitado para o aquecimento sanitário ambiente e de piscinas.

A biomassa pode ser aproveitada através de uma caldeira a lenha, que pode ser instalada numa zona técnica (garagem, cave, etc.), com ligação aos circuitos de aquecimento a radiadores ou piso radiante.

2.3.3. Aquecimento Central com Caldeira a Lenha

Existem vários tipos de sistemas para aquecimento central e de água sanitária. O recuperado de calor a lenha é um desses sistemas e, sem dúvida, uma boa solução.

Na Figura 2.8 é apresentado um exemplo de um esquema básico de uma instalação com radiadores para aquecimento a água. É composto por um recuperador de calor com caldeira para queima de biomassa, com vaso de expansão fechado, comandado por um termóstato que faz a leitura da temperatura ambiente e outro termóstato para a temperatura da caldeira [19].

O princípio de funcionamento do sistema é o seguinte: a água é aquecida na caldeira do recuperador (1). O termóstato, através da sonda incorporada na caldeira, deteta a temperatura da água e vai controlar a bomba circuladora de acordo com o

intervalo de temperaturas que for antecipadamente estipulado para o seu funcionamento, ligando e desligando a bomba.

A abertura e fecho da temperatura de cada radiador vão ser controlados pela válvula termostática de cada radiador. A válvula de retenção (8) serve para assegurar que o fluido do sistema aquecido não circule no sentido contrário ao pretendido. O vaso de expansão é aberto para enchimento e segurança, e deve ser instalado acima do nível máximo dos radiadores, para funcionar corretamente.

Nestas instalações podem ser colocados sistemas para AQS utilizando duas bombas, que conseguem funcionar em simultâneo para aquecimento central e para depósito de uso de AQS. Refira-se que nesta situação, as águas sanitárias nunca se misturam com as águas de aquecimento.

Adicionalmente pode ser complementado com um sistema solar térmico de circulação forçada, constituído por coletores solares colocados no telhado.

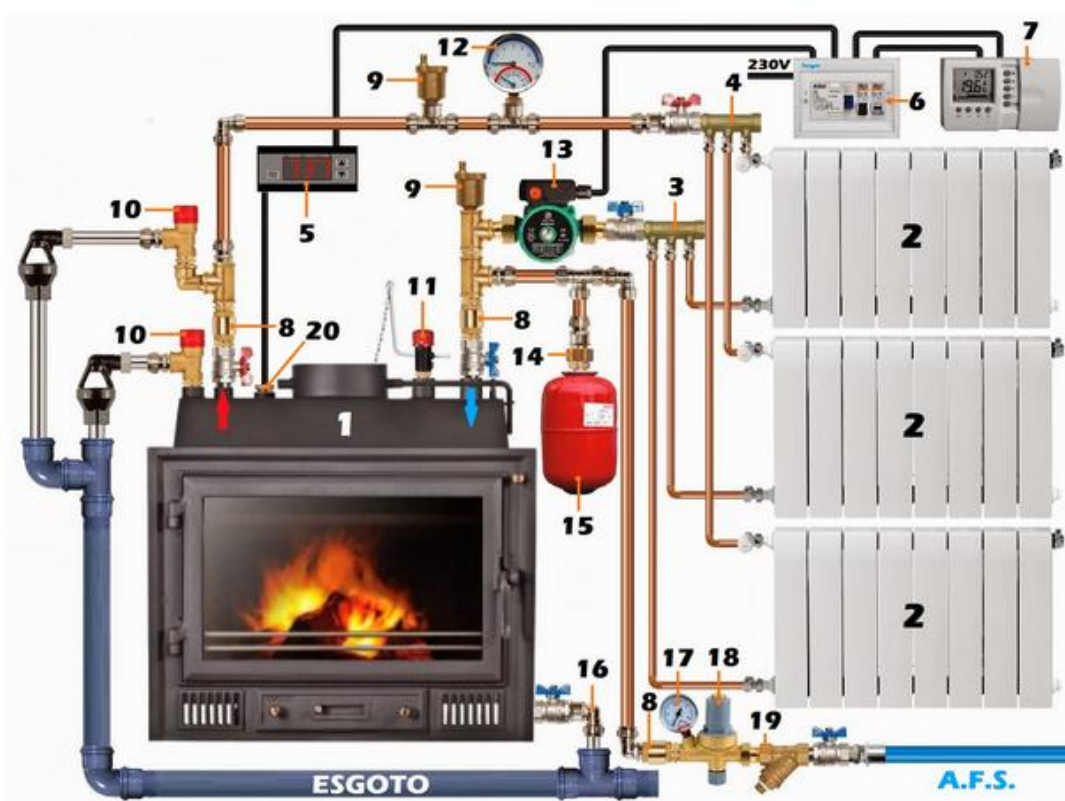


Figura 2. 8 – Sistema de aquecimento central a água com caldeira.

Legenda da Figura 2.8:

- | | |
|--|---|
| 1. Recuperador de calor para aquecimento central a água | 11. Regulador de tiragem |
| 2. Radiador de aquecimento central a água | 12. Termomanómetro |
| 3. Coletor de retorno (fria) | 13. Bomba circuladora |
| 4. Coletor de retorno (quente) | 14. Válvula de corte automática para vaso de expansão |
| 5. Termóstato digital para deteção da temperatura na caldeira do recuperador | 15. Vaso de expansão para aquecimento central |
| 6. Quadro eléctrico | 16. Dreno |
| 7. Termóstato de deteção da temperatura ambiente | 17. Manómetro |
| 8. Válvula de retenção | 18. Válvula redutora de pressão |
| 9. Purgador de ar | 19. Filtro em Y |
| 10. Válvula de segurança | 20. Sonda de deteção da temperatura do recuperador de calor |

2.4. Eficiência Energética em Edifícios de Culto – Boas Práticas**2.4.1. Igreja da Santíssima Trindade em Fátima¹**

A nova Igreja da Santíssima Trindade no Santuário de Nossa Senhora do Rosário de Fátima constitui um exemplo de eficiência energética através da conjugação de luz natural, de sistemas de iluminação artificial e de um sistema de painéis fotovoltaicas.

Na Figura 2.9 apresentam-se duas imagens da Igreja da Santíssima Trindade.



Interior



Telhado

Figura 2. 9 – Igreja da Santíssima Trindade.

Esta Igreja inclui novas formas de maximizar o uso da luz natural para a iluminação dos espaços interiores, tendo como objetivo fazer uso dos recursos naturais aliados à constante preocupação com o meio ambiente. Para o aproveitamento da luz natural “Norte” foram colocados painéis de vidro em telhados em forma de serra (conhecidos

¹ Baseado em [17].

por painéis de vidro tipo sheds), sendo possível mudar a iluminação, em diferentes lugares e com diferentes intensidades, com ajuda de um sistema computadorizado (ver Figura 2.10).

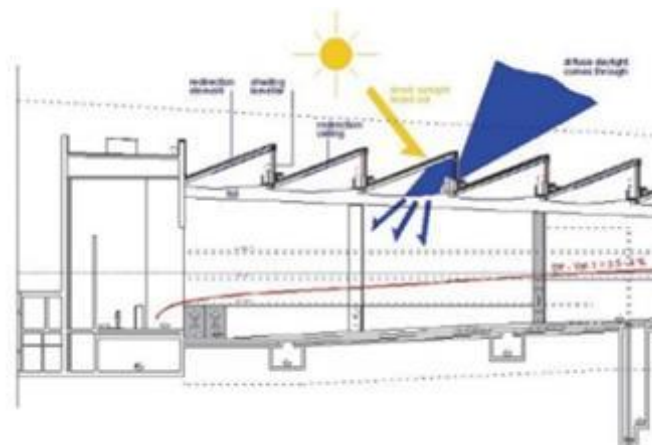


Figura 2. 10 – Corte da igreja com inserção de luz natural

A cobertura é em alumínio do tipo *Kalzip* (perfeitamente adaptável a coberturas com inclinações muito baixas), com o objetivo de refletir ao máximo a luz solar e ao mesmo tempo proporcionar uma fácil montagem dos painéis fotovoltaicos.

A iluminação natural na parte controlável é constituída pela luz que atravessa o mecanismo de estores nos envidraçados das *sheds* na cobertura. Como a luz natural é sujeita a flutuações intensas e determinadas utilizações requerem certos graus de intensidade, a luz do dia é direcionada para o interior através de um sistema de estores de alumínio de lâminas invertidas no interior da caixilharia dupla com o objetivo de direcionar o máximo de luz para o plano inclinado do teto e que depois de filtrada pela tela é emitida para o interior da igreja (ver Figura 2.11).

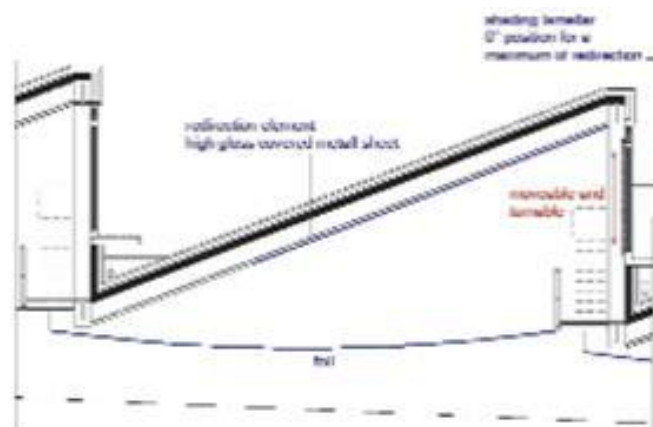


Figura 2. 11 – Plano inclinado refletor, tela difusora e estore invertido.

Este sistema permite que os níveis de iluminação no interior da Igreja sejam controlados de forma eficaz. A posição das lâminas é comandada por um computador que em função do *daylight factor* (DF - fator de luz do dia - relação entre a luz interior e a luz exterior) controla a sua inclinação consoante os cenários pretendidos (ver Figura 2.12).

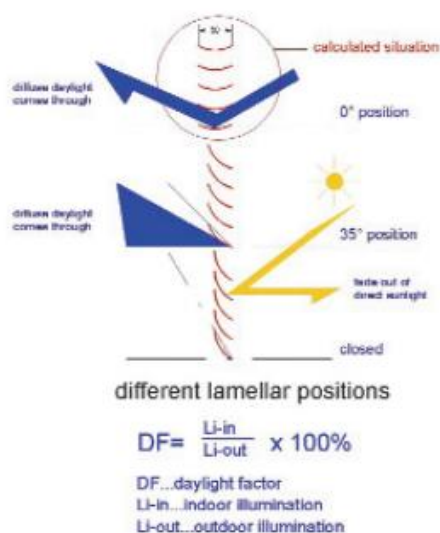


Figura 2. 12 – Laminas invertidas / Estores de controlo de luz.

Para a seleção e instalação do sistema de iluminação artificial foi seguida a mesma filosofia da iluminação natural. A solução encontrada passou pelo posicionamento de todos os projetores dirigidos para o teto plano inclinado, refletor da cobertura (ver Figura 2.13). O sistema é constituído por projetores *Uplight* equipados com lâmpadas de iodeto metálicos de 150 W e lâmpadas de halogéneo de 400 W que permitem a regulação de fluxo luminoso.

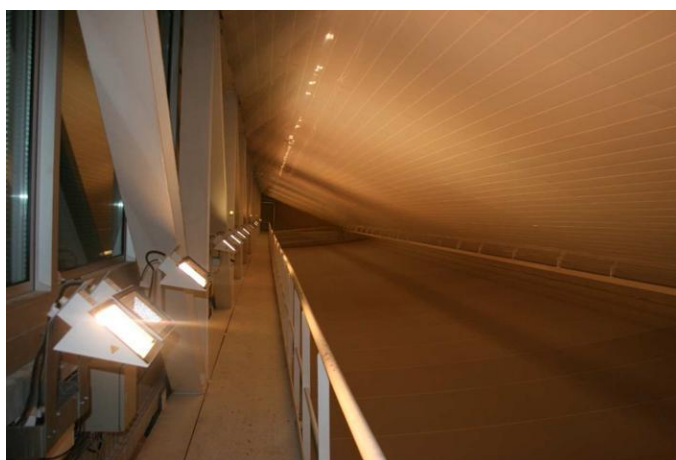


Figura 2. 13 – Projetores Uplight da iluminação do teto.

Para o Presbitério foi previsto um sistema de iluminação cénica, com lâmpadas de halogéneo e de iodeto metálicos por forma a realçar alguns elementos. O controlo deste sistema de iluminação é feito por meio de uma consola de iluminação através de uma rede digital.

O sistema de painéis fotovoltaicos é constituído por 2312 painéis de 170 W cada, num total de 393 kW de potência instalada, com uma produção anual de cerca de 506 MWh, entregue na totalidade à rede de distribuição em média tensão. O campo de painéis fotovoltaicos está instalado na cobertura com uma inclinação de 28°, ocupando uma área de 2904 m², como ilustrado na Figura 2.14.

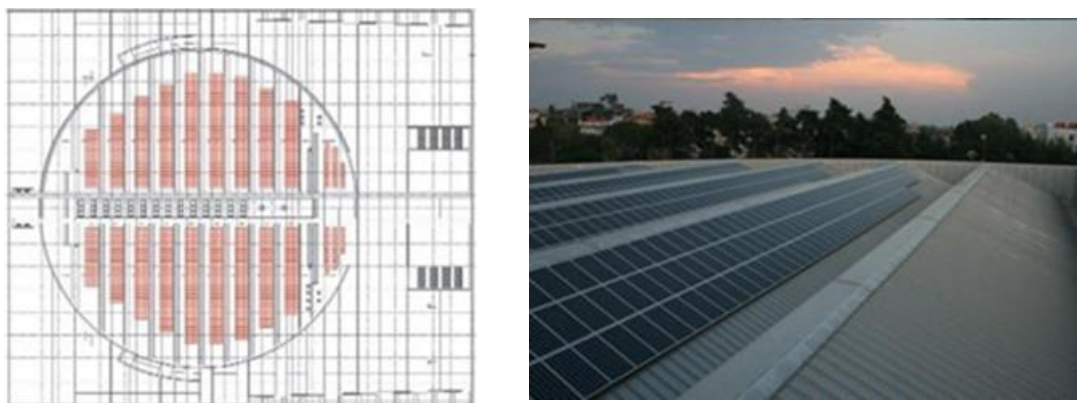


Figura 2. 14 – Instalação dos painéis fotovoltaicos na cobertura.

3. Caso de estudo: Caracterização Energética da FMB

3.1. A Fundação

A Fundação Mata do Bussaco, com sede no Concelho da Mealhada, foi instituída pelo Estado Português, através do Decreto-Lei n.º 120/2009, de 19 de maio, como pessoa coletiva de direito privado e utilidade pública. A missão da Fundação passa pela preservação do importante património, inserido na Mata Nacional do Buçaco, e desenvolver as suas diversas potencialidades, tendo como objeto principal: a conservação do património natural e cultural, a investigação florestal, a educação ambiental e as atividades turísticas e de lazer. Compete à Fundação gerir de forma integrada o património florestal, histórico, cultural, religioso e militar que se combina de forma particularmente rica e diversificada na Mata Nacional do Buçaco.

O Conselho Geral, órgão que define as grandes linhas de orientação da Fundação Mata do Bussaco, é composto por doze elementos. Cabe ao Conselho Geral discutir e aprovar o relatório e as contas de cada exercício, discutir e aprovar o orçamento e o plano de atividades anuais ou plurianuais da Fundação, apreciar os relatórios de atividades que lhe sejam apresentados pelo conselho de administração e dar parecer sobre iniciativas específicas.

O Conselho de Administração da Fundação Mata do Bussaco é composto pelo seu Presidente, designado pela Câmara Municipal de Mealhada, e por quatro vogais, um vogal designado pelo Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, outro vogal designado pelo Ministério da Economia e do Emprego, um terceiro vogal designado pelo Ministério das Finanças e da Administração Pública, e o quarto vogal designado pelo Conselho Geral da Fundação.

Ao Conselho de Administração compete a gestão corrente da Fundação Mata do Bussaco, dentro das linhas gerais definidas pelo Conselho Geral [20].

3.2. A Mata Nacional do Buçaco

Classificado como Imóvel de Interesse Público, o conjunto monumental do Buçaco mobiliza uma riqueza patrimonial de exceção. Ao núcleo central, formado pelo Palace Hotel do Bussaco e pelo Convento de Santa Cruz, juntam-se as ermidas de habitação, as

capelas de devoção e os Passos que compõem a Via Sacra, a Cerca com as Portas, o Museu Militar e o monumento comemorativo da Batalha do Bussaco, os cruzeiros, as fontes (saliente-se a Fonte Fria com a sua monumental escadaria) e as cisternas, os miradouros (o da Cruz Alta oferece vista privilegiada sobre toda a região entre Coimbra e a Serra do Caramulo) ou as casas florestais. Na imagem da Mata do Buçaco mostrada na Figura 3.1 podem ver-se o Palace Hotel do Bussaco, o Convento de Santa Cruz e o Edifícios Sede (edifício com telhas vermelhas).



Figura 3. 1 – Mata do Buçaco.

Atualmente a Mata do Buçaco ocupa 105 hectares e possui uma das melhores coleções dendrológicas da Europa, com cerca de 250 espécies de árvores e arbustos com exemplares notáveis. É uma das matas nacionais mais ricas em património natural, arquitetónico e cultural, podendo ser dividida em três unidades de paisagem: Arboreto, Jardins e Vale dos Fetos e Floresta Relíquia.

A Mata Nacional do Buçaco providencia alimento, abrigo e refúgio para mais de centena e meia de espécies de vertebrados, algumas de grande valor conservacionista, como endemismos ibéricos ou espécies protegidas.

A biodiversidade encontrada no Buçaco exprime a singularidade e valor patrimonial deste espaço mágico e obriga à sua preservação [20].

Na Figura 3.2 são apresentadas algumas imagens da Mata do Buçaco.

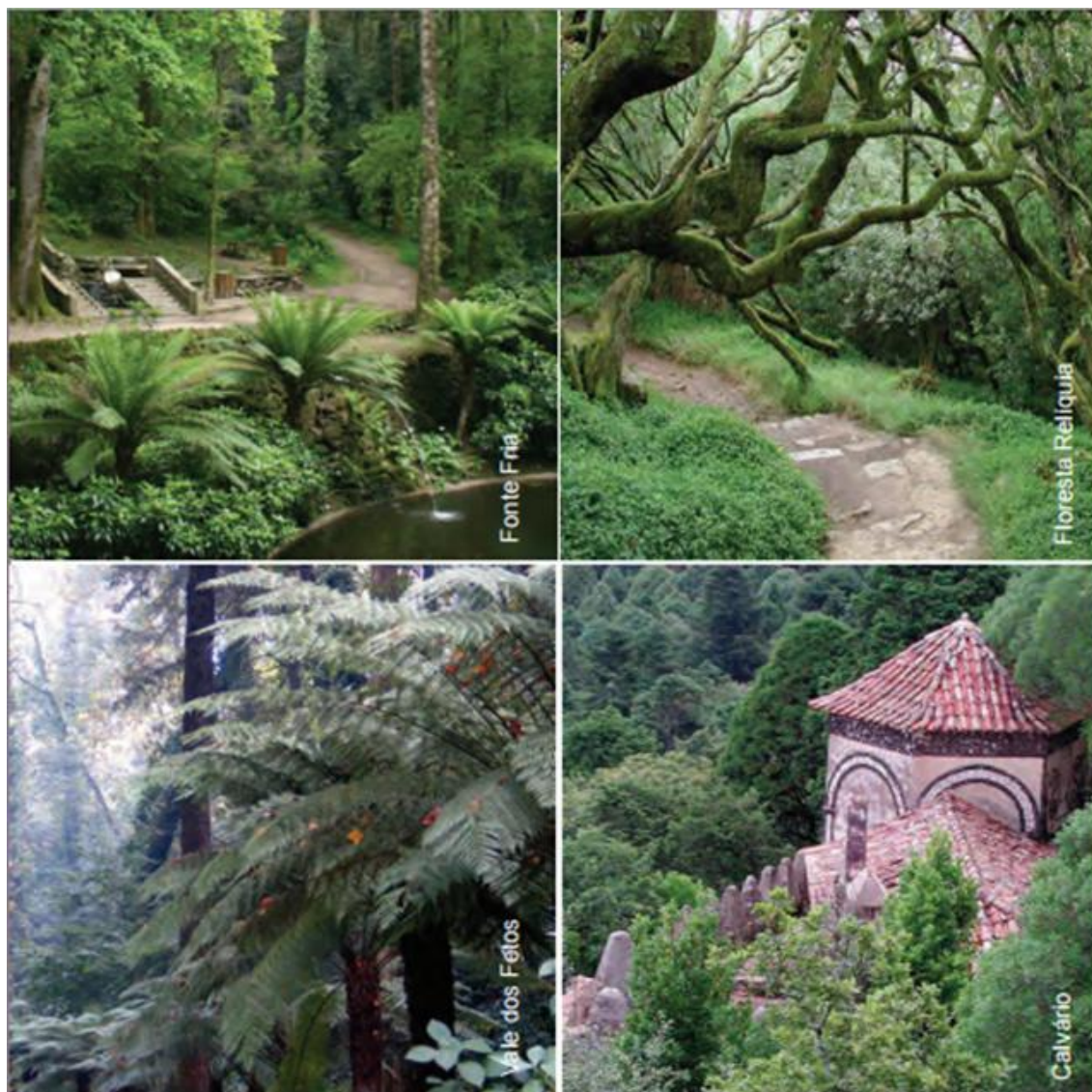


Figura 3. 2 – Imagens da Mata do Buçaco.

A FMB tem à disposição do público uma oferta base de visitas temáticas e atividades distintas, com um variado leque muito de opções, das quais se destacam:

- Visitas para Grupos;
- Trilhos (Figura 3.3);
- Visitas na Hora;
- Programas para Escolas;
- Domingos no Buçaco
- Aprender na Mata;
- Passeios Históricos em Carros Clássicos (Figura 3.3).



Trilho Água



Passeios Históricos em Carros Clássicos

Figura 3. 3 – Visitas temáticas e atividades na Mata do Buçaco.

A Fundação iniciou a recuperação das antigas casas dos guardas florestais para dar lugar às Casas do Bussaco. Um projeto em desenvolvimento desde meados de 2011 e que em breve contabilizará um total de seis casas completamente recuperadas.

Com a extinção do corpo de Guardas Florestais na Guarda Nacional Republicana em 2006, estas casas foram abandonadas e algumas mantidas apenas pelos poucos guardas que permaneceram instalados. Para evitar a degradação deste Património, a Fundação trabalha na reabilitação destes edifícios com vista ao seu aproveitamento turístico e preservar a memória deste local singular, tendo sido garantida a sua execução através do Programa PRODER (Programa de Desenvolvimento Rural do Continente - um instrumento estratégico e financeiro de apoio ao desenvolvimento rural do continente, para o período 2007-2013, aprovado pela Comissão Europeia, Decisão C(2007)6159, em 4 de dezembro) [21].

Inseridas no conjunto do património da Mata Nacional do Buçaco, a Casa das Ameias, a Casa da Feiteira, a Casa das Lapas e a Casa do Serpa são Casas de Campo empreendimentos de Turismo no Espaço Rural (TER). A Casa da Floresta Relíquia e a Casa do Miradouro, junto ao Miradouro das portas de Coimbra, são dois empreendimentos de Alojamento Local (AL). Na Figura 3.4 podem ver-se imagens de quatro das casas referidas.



Casa do Miradouro



Casa da Feteira



Casa do Serpa



Casa das Ameias

Figura 3. 4 – Visitas temáticas e atividades na Mata do Buçaco.

3.3. Caracterização Energética da FMB

O objetivo principal do presente projeto centrou-se na caracterização energética de dois edifícios que fazem parte do património da Fundação Mata do Bussaco - o Convento de Santa Cruz e o Edifício Sede.

Durante a realização do projeto foi efetuada uma análise à rede elétrica com recurso a um analisador de rede, tendo sido possível fazer a monitorização de diferentes parâmetros, entre os quais: consumo, potência e frequência.

A análise dos dados obtidos com a monitorização permitiu avaliar a qualidade da energia elétrica (QEE) no ponto de entrega nos vários locais analisados e efetuar uma caracterização energética. O analisador foi programado para fazer medições de 15 em 15 minutos e foi colocado em 3 locais diferentes, estando cerca de uma semana em cada local.

Na Tabela 3.1 estão indicados os diferentes contratos de fornecimento de energia elétrica na FMB.

Tabela 3. 1 – Contratos de fornecimento de energia elétrica da FMB.

Edifício	Contrato	Nº Contador	Cód. Ponto Entrega	Potencia Contratada
Sede FMB	509 179 436 009	108 025 591 904	PT 0002 0000 12869 126VP	10,35 kVA
Garagens FMB	509 179 436 016	1 220 299 584	PT 0002 0000 12869 582ZG	10,35 kVA
Convento Sta. Cruz	509 179 436 011	101 013 070 821	PT 0002 0000 12869 605 SG	3,45 kVA

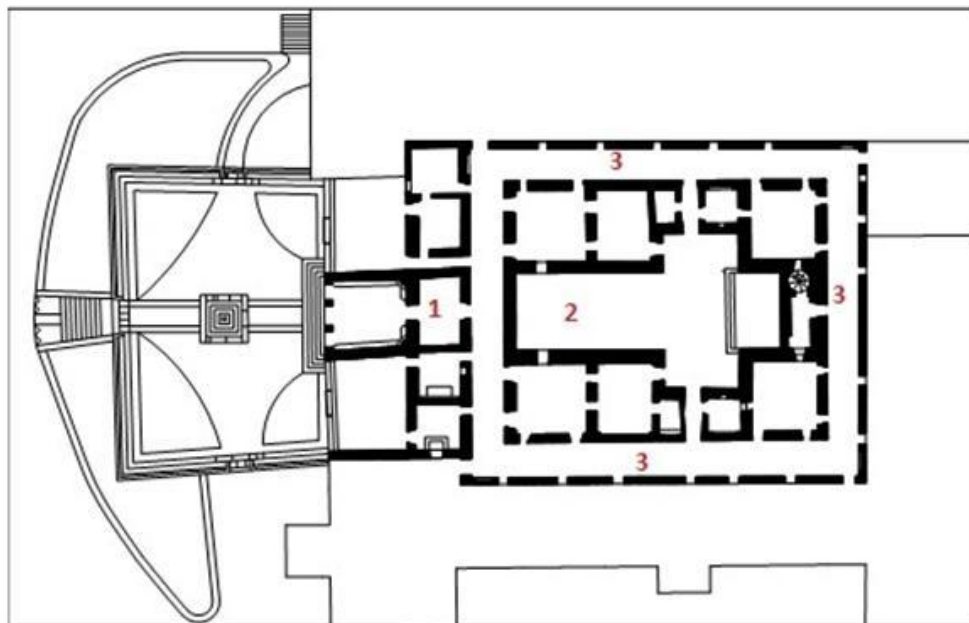
3.3.1. Convento de Santa Cruz

O convento de Santa Cruz foi construído entre 1628 e 1630 pela Ordem dos Carmelitas Descalços que o ocuparam de 1630 até 1834. Atualmente o Convento de Santa Cruz do Buçaco encontra-se aberto ao público como atração turística. Na Figura 3.5 pode observar-se a entrada do Convento.



Figura 3. 5 – Convento de Santa Cruz.

A planta do Convento é apresentada na Figura 3.6. O Convento é constituído pela igreja situada na parte central e envolvida por quatro corredores. A totalidade do teto dos corredores é revestida a cortiça.



1 – Receção; 2 – Igreja; 3 – Corredores.

Figura 3. 6 – Planta Convento de Santa Cruz.

Sendo um edifício antigo, a estrutura já se encontra muito danificada, afetando significativamente o rico património existente.

Os problemas mais graves que se verificam no Convento são as infiltrações no teto que estão a danificar o revestimento em cortiça. Estas infiltrações escorrem pelas paredes afetando o sistema de iluminação e os quadros existentes. Estes problemas poderiam ser evitados com uma correta manutenção do telhado.

Na Figura 3.7 são notórias as infiltrações no teto. Esta figura ilustra vários aspetos negativos que prejudicam e muito o património já com imensos anos: um deles é a errada colocação do projetor de halogéneo que afeta seriamente o quadro, pela incidência direta da luz; o outro são as infiltrações mesmo por cima do projetor.

Como se pode observar na Figura 3.8, a igreja tem pouca iluminação natural. A iluminação artificial existente é manifestamente insuficiente, pelo que se torna necessário substituir o sistema de iluminação artificial.



Figura 3. 7 – Exemplo das infiltrações no teto do Convento de Santa Cruz.

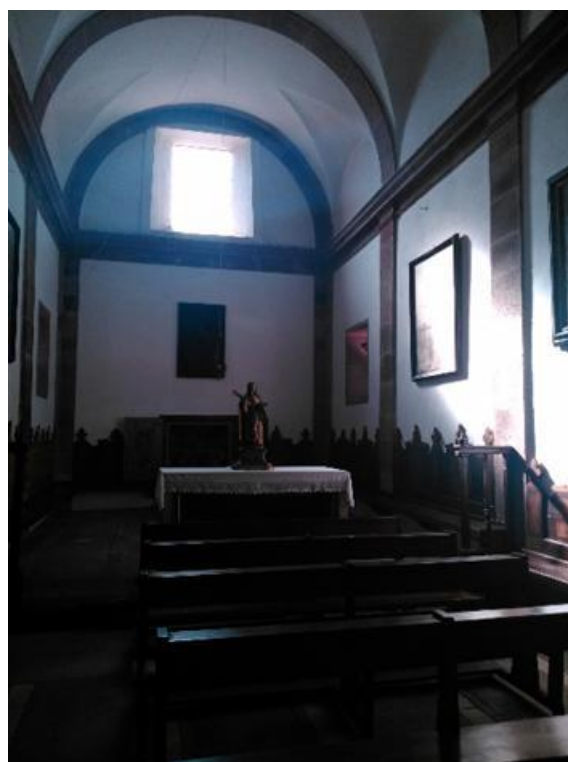


Figura 3. 8 – Igreja do Convento de Santa Cruz.

O contrato de fornecimento de energia elétrica ao Convento é de tarifa simples com uma potência contratada de 3,45kVA, com um custo de 0,1405€/kWh.

Com os dados de faturação, obtidos a partir das faturas de energia elétrica disponibilizadas pela FMB (no Anexo A é apresentada uma desta faturas), foram estimados os valores de consumo anual.

Na Figura 3.9 são apresentados os dados de consumo de eletricidade para o ano de 2013, desagregados por mês. Da análise do gráfico da figura pode verificar-se que os consumos de eletricidade ao longo dos meses de 2013 apresentam poucas oscilações, sendo o seu valor de aproximadamente 350kWh. As exceções respeitam aos meses de janeiro e fevereiro, onde os consumos são mais elevados e ultrapassando os 450kWh. O aumento do consumo de eletricidade nestes dois meses pode justificar-se com a necessidade de uma utilização mais alargada da iluminação artificial.

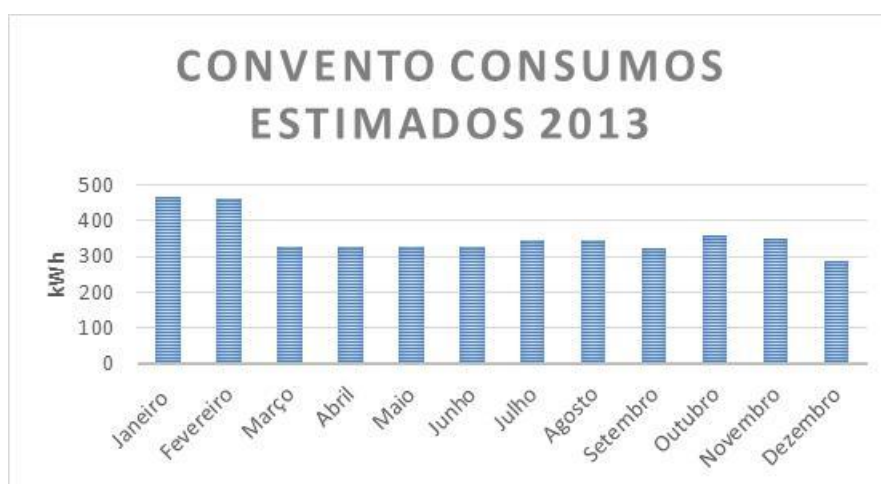


Figura 3. 9 – Consumo de eletricidade no Convento de Santa Cruz – 2013.

Na Tabela 3.2 estão descritos todos os equipamentos elétricos existentes no convento e respetiva potência individual. Para além das lâmpadas que constituem o atual sistema de iluminação artificial, o único equipamento existente é um computador de secretária. A potência total instalada no Convento é de 2316W.

Tabela 3. 2 – Equipamentos existentes no Convento de Santa Cruz.

	CFL (15W)	Tubular (36W)	Holofote Halogéneo (75W)	PC + Monitor (300W)	Potencia (W)
Igreja	8	16			696
Corredor	12		13		1155
Entrada	1		2	1	465
Total	21	16	15	1	2316

Na Tabela 3.3 é apresentado o horário de funcionamento do convento (isto é, as horas durante as quais são abertas as portas ao público).

Tabela 3. 3 – Horário de funcionamentos do Convento de Santa Cruz.

Horário de Funcionamento	
Horário de verão	Das 10h00 às 13h00 e das 14h00 às 19h00
Horário de inverno	Das 10h00 às 13h00 e das 14h00 às 17h00

Para uma mais completa caracterização energética do Convento de Santa Cruz, instalou-se no quadro principal um analisador de redes (ver Anexo B) para registar os consumos de eletricidade e obter o perfil diário de consumos que é apresentado na Figura 3.10.

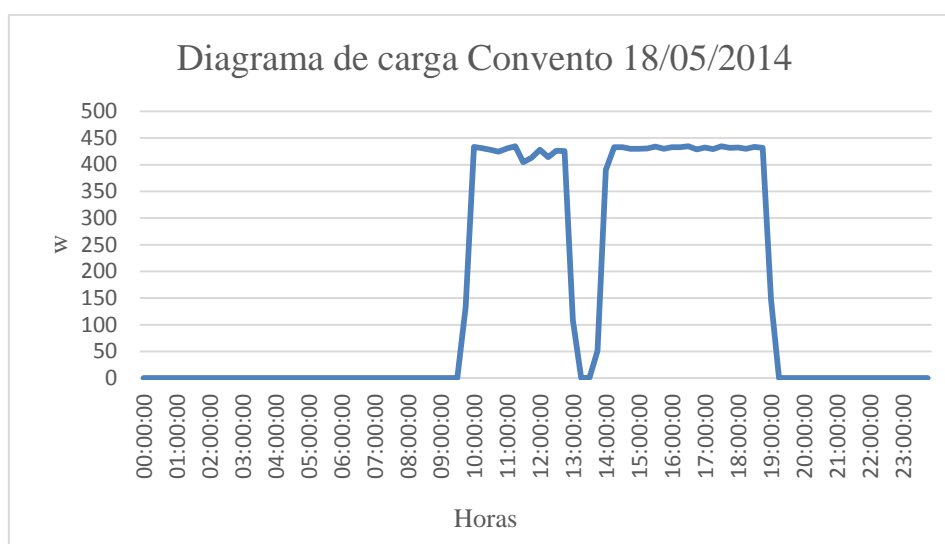


Figura 3. 10 – Diagrama de carga diário do Convento de Santa Cruz.

A análise do diagrama de carga permite identificar os períodos de funcionamento do Convento, coincidentes com o horário apresentado na Tabela 3.3. As cargas são todas ligadas um pouco antes das 10h00 (altura da abertura do Convento ao público) e são todas desligadas durante o período de almoço e pouco depois das 19h00 (hora de encerramento do convento durante o período de verão). O valor máximo da potência registada ronda os 420W.

Durante o período em que o analisador esteve instalado houve alguns cortes na alimentação devido à atuação de um disjuntor, provocada pela humidade existente no edifício.

Com recurso a um luxímetro obtiveram-se os níveis de iluminação do Convento: corredores 75 lux; Igreja 200 lux, receção 150.lux.

Os aspetos mais relevantes da caracterização feita são a seguir indicados:

- Pouca iluminação na igreja, quer natural quer artificial;
- Alguma humidade nas madeiras e cortiças do teto dos corredores;
- A Torre não tem iluminação;
- Infiltrações no telhado;
- Holofotes de halogeno prejudiciais para os quadros existentes.

No capítulo 4 serão indicadas algumas soluções para tentar resolver estes aspetos de modo a evitar a degradação do Convento e proporcionar um maior conforto aos visitantes.

3.3.2. Edifício Sede

No Edifício Sede situa-se toda a parte administrativa e logística da FMB. A planta deste edifício é apresentada na Figura 3.11.



Figura 3. 11 – Planta do Edifício Sede da FMB.

O edifício é constituído por 3 pisos com atividades distintas em cada um deles. A alimentação elétrica é feita em Baixa Tensão Normal (BTN) Simple, com uma potência contratada de 10,35kVA, sem ciclo horário.

Sendo um edifício de serviços, é necessário boa iluminação, para o bem-estar e rendimento dos colaboradores. Uma iluminação adequada é uma condição fundamental para a obtenção de um bom ambiente de trabalho, o que não se verificou em alguns locais neste edifício.

Na Tabela 3.4 são indicadas as diferentes tecnologias que constituem o sistema de iluminação artificial atualmente existente no Edifício Sede da FMB. Na mesma tabela é ainda indicado o número de luminárias por tipologia e respetiva potência unitária.

Tabela 3. 4 – Iluminação existente no Edifício Sede.

Local	Fluorescentes				Incandescentes	
	Tubular		Compacta		Normal	
	P(W)	nº	P(W)	nº	P(W)	nº
Piso 0	36	2	18	8	40	8
Escadas			11	4		
Piso 1	36	10	18	1		
Piso 2	36	6				
Bar	36	6				

Durante a visita ao edifício constatou-se que a iluminação existente em algumas salas não é a adequada. A título de exemplo refira-se que na sala do Presidente existe uma única lâmpada fluorescente compacta de 18W, que é insuficiente para o espaço em questão. Foi verificado que existem ainda algumas lâmpadas incandescentes.

No Edifício Sede foi também instalado o analisador de redes, como mostrado na Figura 3.12.

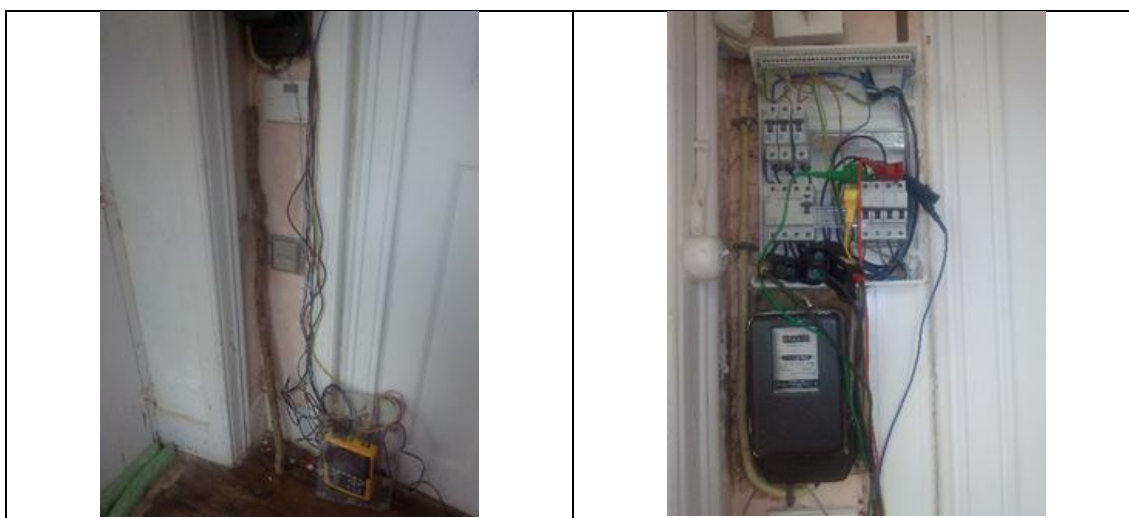


Figura 3. 12 – Instalação do analisador de redes no Edifício Sede.

A utilização do analisador de redes permite analisar a qualidade do serviço do fornecimento de energia de acordo com a norma EN50160, registar os consumos de eletricidade e obter o perfil diário de consumos.

Na Figura 3.13 é apresentado o diagrama de carga diário, referente a um dia útil, do Edifício Sede.



Figura 3.13 – Diagrama de carga diário do Edifício Sede – dia útil.

Como se pode observar, existe um aumento de consumo a partir das 09h00, que coincide com a entrada dos colaboradores que trabalham no edifício. O maior consumo verifica-se no período da manhã e no meio da tarde. Este facto justifica-se com a utilização de alguns equipamentos elétricos do bar que se encontram ligados ao quadro geral do Edifício Sede. A partir das 18h00 regista-se uma diminuição do consumo, o que coincide com o final do dia de trabalho e com o fecho do edifício.

Durante o período em que o edifício não está a funcionar existem alguns consumos que serão da responsabilidade das cargas do bar que ficam a funcionar ou de cargas do Edifício Sede que ficam ligadas, como a iluminação exterior.

Com base nos dados de faturação foram estimados os valores de consumo anual do Edifício Sede. Na Figura 3.14 são apresentados os dados de consumo de eletricidade para o ano de 2013, desagregados por mês.

Da análise do gráfico da Figura 3.14 sobressai um aumento considerável de consumo no mês de setembro. Este aumento pode não corresponder a um aumento real

de consumo de eletricidade neste mês, mas pode ser consequência de um acerto nos dados de faturação.

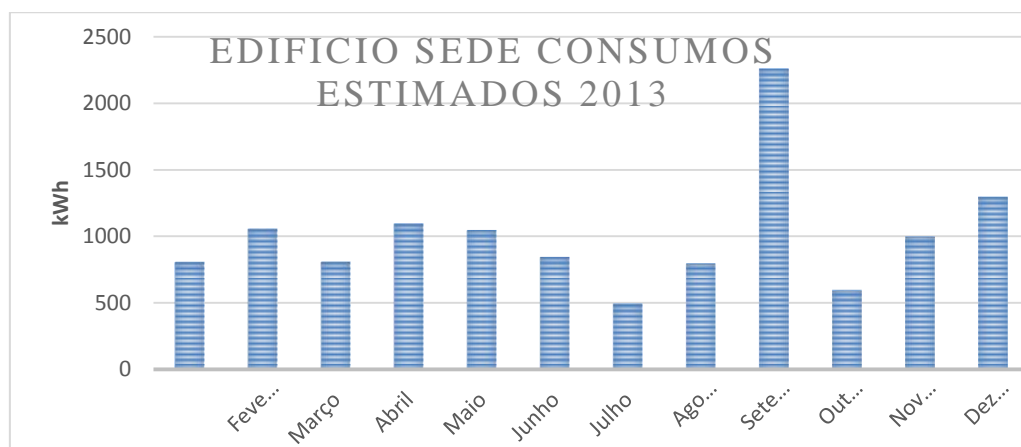


Figura 3. 14 – Consumo de eletricidade no Edifício Sede – 2013.

Sendo o Edifício Sede um edifício antigo com fraco isolamento tanto nas janelas como nas paredes e estando localizado numa zona húmida, torna-se frio no inverno. No entanto, o sistema de aquecimento central existente para além de apresentar um rendimento muito baixo, encontra-se muito degradado, como se pode constatar pela Figura 3.15, onde se apresenta uma imagem da caldeira instalada na cave.



Figura 3. 15 – Aspeto da caldeira instalada no Edifício Sede.

3.3.3. Garagens FMB

As garagens são utilizadas para guardar todo o material que é utilizado na FMB.

Tendo-se verificado, através da análise dos dados de faturação, um elevado consumo nestes espaços foi instalado o analisador no quadro elétrico para obter o perfil de consumos das garagens.

Na Figura 3.16 é apresentado o diagrama de carga diário obtido no quadro geral das garagens.



Figura 3. 16 – Diagrama de carga das garagens.

No quadro geral das garagens existe um disjuntor dedicado somente ao bar da FMB, outro para a rega das estufas, e um terceiro disjuntor utilizado nas atividades da mata como por exemplo máquinas elétricas utilizadas, por exemplo, para corte de madeira.

No diagrama de carga da Figura 3.16 verifica-se que os consumos se mantêm constantes até às 09h30. A partir dessa hora os consumos aumentam consideravelmente, devido à abertura do bar e ligação de todos os aparelhos elétricos e iluminação. Depois dessa hora existem pequenas oscilações no consumo justificadas pela utilização aleatória das várias cargas. A partir das 18h00 os consumos diminuem para os níveis verificados durante a noite e que são da responsabilidade dos equipamentos frigoríficos existentes no bar.

4. Oportunidades de Racionalização de Consumos

Neste capítulo será apresentada a avaliação técnico-económica das oportunidades de racionalização de consumos de energia identificadas com base na caracterização energética do Convento de Santa Cruz e do Edifício Sede da Fundação Mata do Bussaco. As oportunidades de racionalização de consumos identificadas, e que requerem algum investimento, estão maioritariamente relacionadas com os sistemas de iluminação e com o sistema de aquecimento.

A implementação destas medidas poderá reduzir as perdas identificadas, incrementar a eficiência energética dos edifícios estudados e reduzir diretamente os montantes da faturação energética da FMB.

Embora os dois edifícios analisados tenham características e utilizações muito diferentes, ambos apresentam alguma degradação interior e exterior, pelo que serão indicadas algumas ações que devem ser levadas a cabo de modo a corrigir algumas das falhas encontradas e que se prendem, maioritariamente, com aspetos de segurança e de manutenção.

4.1. Iluminação

4.1.1. Iluminação do Convento de Santa Cruz

Como na Igreja existente no interior do Convento as áreas que permitem a entrada da luz natural são muito reduzidas, a limpeza de todas as janelas da Igreja é fundamental para maximizar a utilização da iluminação natural, reduzindo a utilização de iluminação artificial.

Recomenda-se a substituição gradual das lâmpadas atualmente existentes no Convento de Santa Cruz – lâmpadas fluorescentes tubulares instaladas na Igreja; lâmpadas fluorescentes compactas instaladas na Igreja, nos corredores e na entrada e holofotes de halogéneo instalados nos corredores e na entrada) por lâmpadas LED equivalentes.

Na Tabela 4.1 é apresentada a avaliação das medidas propostas para o sistema de iluminação do Convento de Santa Cruz.

Esta avaliação teve em consideração as características das tecnologias envolvidas (potência, tempo de vida útil e custo unitário), o horário de funcionamento do edifício, a redução anual de consumos e a correspondente redução de faturação anual. Optou-se por uma iluminação quente (2700 K), para se tornar uma luz ambiente agradável para visualização dos quadros e outros objetos expostos. As lâmpadas utilizadas no projeto para substituir as existentes foram: lâmpadas LED de 6,2 W, lâmpadas tubulares LED T8 de 150 cm e 20 W e projetores LED de 10 W. Todas as características das lâmpadas recomendadas são apresentadas no Anexo C.

Tabela 4. 1 – Avaliação da substituição das lâmpadas existentes por LED no Convento de Sta. Cruz.

	Iluminação existente			Nova Iluminação		
	Fluorescentes		Halogéneo	LED		
	Compacta	Tubular	Projetor	Compacta	Tubular	Projetor
Potência (W)	15	36	75	6.2	20	10
Vida útil (h)	5000	5000	5000	25 000	25 000	25 000
Preço unitário (€)	5	3	3.50	11	20	20
Quantidade	21	16	15	21	16	15
Consumo diário (kWh)	3.15	5.76	11.25	1.302	3.2	1.5
Custo diário (€)	0.4431	0.8096	1.581	0.18293	0.4496	0.2115
Consumo anual (kWh)	1134	2073.6	4050	468.72	1152	540
Custo anual (€)	159.33	291.34	569.03	65.86	161.87	75.87
Redução anual de consumo (kWh)				665.28	921.6	3510
Redução anual de custo (€)				93.47	129.47	493.16

A avaliação económica da medida referente à substituição das tecnologias de iluminação no Convento de Santa Cruz é apresentada na Tabela 4.2.

Tabela 4. 2 – Análise económica da substituição da iluminação no Convento de Santa Cruz.

Consumo anual na situação existente (kWh)	7257.6
Consumo anual com novas tecnologias (kWh)	2160.72
Encargos anuais antes do projeto (€)	1020.13
Encargos anuais após o projeto (€)	303.6
Rácio de poupança de energia (%)	70
Redução anual de custos (€)	716.1
Tarifa de referência (€/kWh)	0.1405

Considerando uma utilização diária de 10 h ao longo de 360 dias por ano, e com um investimento inicial de aproximadamente 1000 € e incluindo os custos de manutenção e custos de funcionamento, serão necessários cerca de 16.8 meses, isto é 1.4 anos para rentabilizar o investimento na substituição da iluminação do Convento.

Nesta substituição das tecnologias de iluminação deveria dar-se prioridade à substituição dos projetores de halogéneo, uma vez que estão a danificar os quadros existentes no interior do Convento. A sua substituição por tecnologia LED será muito vantajosa porque esta tecnologia não emite radiação ultra violeta nem calor, contribuindo para a preservação dos quadros expostos.

4.1.2. Iluminação Edifício Sede

Para o sistema de iluminação do Edifício Sede propõe-se a substituição de todas as lâmpadas atualmente existentes, e indicadas na Tabela 3.4 do capítulo anterior, por lâmpadas LED equivalentes.

A avaliação desta medida é apresentada na Tabelas 4.3. À semelhança do que foi proposto para o Convento de Santa Cruz, a seleção recaiu nas lâmpadas LED de 6,2 W e nas lâmpadas tubulares LED T8 de 150 cm e 20 W.

Tabela 4. 3 – Avaliação da substituição das lâmpadas existentes por LED no Edifício Sede.

	Iluminação existente			Nova Iluminação	
	Fluorescentes		Incandescentes	LED	
	Compacta	Tubular	Standart	Compacta	Tubular
Potência (W)	18	36	40	6.2	20
Vida útil (h)	5000	5000	5000	25 000	25 000
Preço unitário (€)	5	3	3.50	11	20
Quantidade	15	24	8	23	24
Consumo diário (kWh)	2.7	8.64	3.2	1.426	4.8
Custo diário (€)	0.38286	1.225152	0.45376	0.20221	0.68064
Consumo anual (kWh)	972	3110.4	1152	513.36	1728
Custo anual (€)	137.83	441.05	163.36	72.79	245.03
Redução anual de consumo (kWh)				1610.64	1382.4
Redução anual de custo (€)				228.4	196.02

A avaliação económica da medida referente à substituição das tecnologias de iluminação no Convento de Santa Cruz é apresentada na Tabela 4.4.

Para o Edifício Sede a substituição de todas as tecnologias de iluminação atualmente existentes por tecnologias LED envolve um investimento inicial de aproximadamente 900€. Tendo em consideração a redução anual de consumo, a tarifa de referência e os custos de manutenção e de funcionamento o tempo de retorno do investimento será de 25.45 meses, ou seja, 2.12 anos.

Tabela 4. 4 – Análise económica da substituição da iluminação no Edifício Sede.

Consumo anual na situação existente (kWh)	5234.04
Consumo anual com novas tecnologias (kWh)	2241.36
Encargos anuais antes do projeto (€)	742.24
Encargos anuais após o projeto (€)	317.82
Rácio de poupança de energia (%)	424.42
Redução anual de custos (€)	57
Tarifa de referência (€/kWh)	0.1418

4.2. Aquecimento a Biomassa para o Edifício SEDE

Para o sistema de aquecimento do edifício sede propõe-se a instalação de um sistema com queima de biomassa e com a substituição de todos os elementos atualmente existentes: caldeira e todos os radiadores, dado o seu estado de deterioração.

Esta medida pode ser implementada em duas fases diferentes. Numa primeira fase é executada a renovação do sistema de aquecimento no primeiro e segundo pisos, ficando a intervenção no terceiro piso para uma fase posterior.

O correto dimensionamento do sistema de aquecimento – potência da caldeira e quantidade de radiadores a instalar, está dependente da área das divisões a climatizar e que é fornecida na Tabela 4.5.

Tabela 4. 5 – Área das divisões do Edifício Sede.

Divisões	Área [m ²]	Divisões	Área [m ²]
1º Piso		2º Piso	
Entrada	10,14	Turismo	12,50
Receção	14,25	Florestal	19,30
Sala de Espera	14,83	Contabilidade	14,82
Sala de Reuniões	25	Presidente	19,30
Corredor	6	Corredor	10,28
Cozinha	16,03	Escadas	11,18

O projeto do sistema de aquecimento – dimensionamento da caldeira, está apresentado na Tabela 4.6.

Tabela 4. 6 – Projeto do sistema de aquecimento do Edifício Sede – caldeira.

Tipologia Edifício Moradia

Isolamento Sem Isolamento

T exterior 3 °C

Divisões	Área [m ²]	Factores multiplicativos			Necessário Pot [Kcal/h]	Radiador escolhido		Quantidade de Elementos	Elementos Propostos	Final : Pot [Kcal/h]
		F1	F2	F3		modelo	Pot elemento			
Corredor	6,0032	46	1,44	0,85	338	Jet 70	172	2	3	516
Sala de Espera	14,8225	95	1,44	0,85	1 724	Jet 70	172	11	11	1892
Entrada	10,14	46	1,44	0,85	571	Jet 70	172	4	4	688
Recepção	14,25	95	1,44	0,85	1 657	Jet 70	172	10	10	1720
Sala de Reuniões	25	95	1,44	0,85	2 907	Jet 70	172	17	17	2924
Cozinha	16,03	81	1,44	0,85	1 589	Jet 70	172	10	10	1720
Turismo	12,5	95	1,44	0,85	1 454	Jet 70	172	9	9	1548
Contabilidade	14,82	95	1,44	0,85	1 723	Jet 70	172	11	11	1892
Presidente	19,3	95	1,44	0,85	2 244	Jet 70	172	14	14	2408
Florestal	19,3	95	1,44	0,85	2 244	Jet 70	172	14	14	2408
Corredor	4,34	46	1,44	0,85	244	Jet 70	172	2	3	516
Corredor	5,94	46	1,44	0,85	334	Jet 70	172	2	3	516
Escadas	11,18	46	1,44	0,85	629	Jet 70	172	4	4	688
Total:	173,6257				17 659			110	113	19436 22,6 kW

Para alimentar todos os radiadores será necessária uma potência de 22,3 kW. Propõe-se que seja utilizada uma caldeira a lenha de 30 kW de potência para satisfazer as necessidades do 1º e 2º pisos e para uma futura ampliação da instalação para o terceiro piso.

No Anexo D são apresentadas as características da caldeira proposta para este sistema de aquecimento. A caldeira tem uma potência nominal de 34 kW, utiliza uma nova tecnologia de combustão de “chama invertida”. Esta caldeira baseia o seu funcionamento no princípio de gasificação da lenha. O combustível sólido é colocado num compartimento superior da caldeira, em contato com a brasa produzida pela grelha desenvolvida pelo gás que ao combinar-se na área de combustão criam uma mistura de combustível. Esta mistura é sugada através das fendas da grelha, na zona inferior do forno, onde se dá o fenómeno de “chama invertida”. Esta gasificação não queima de modo direto a lenha, mas utiliza os gases nela contidos, aproveitando a totalidade do combustível sólido, traduzindo-se num elevado rendimento de 82% e num baixíssimo impacto ambiental, pela limitada presença nos fumos de incombustíveis e de substâncias nocivas [13].

Na Tabela 4.7 apresenta-se o projeto do sistema de aquecimento – radiadores. Os radiadores projetados para a instalação são radiadores de alumínio jet 70, um modelo usado e fiável neste tipo de sistemas de aquecimento.

Tabela 4. 7 – Projeto do sistema de aquecimento do Edifício Sede – radiadores.

Designação	Qt.	Preço	Valor (s/ desc)	Desc	Desc	Margem		0%
						Valor (C/ desc)	Valor	Margem
Elemento Radiador Alumínio Baxi JET 70	113	14,65 €	1 655,45 €			1 655,45 €	1 655,45 €	0,00 €
KIT Universal Tampoes Radiador Branco	14	5,70 €	79,80 €			79,80 €	79,80 €	0,00 €
Suporte Radiador Curto Branco	28	0,54 €	15,12 €			15,12 €	15,12 €	0,00 €
União Fecho 200 1/2 Esq-Roca	14	7,00 €	98,00 €			98,00 €	98,00 €	0,00 €
Valv. p/ Rad. Termostática 1/2 Esq.Roca	14	18,20 €	254,80 €			254,80 €	254,80 €	0,00 €
Valv. p/ Rad. Termostaticável 1/2 Esq.Roca	0	8,25 €	0,00 €			0,00 €	- €	0,00 €
União Compressão 200 1/2x15	28	1,25 €	35,00 €			35,00 €	35,00 €	0,00 €
Ponteira Cromada p/Radiador 15 x 1/2	28	1,29 €	36,12 €			36,12 €	36,12 €	0,00 €
Espelho Cromado p/ Ponteira Radiador 1/2 x 15mm	28	0,40 €	11,20 €			11,20 €	11,20 €	0,00 €
			0,00 €			0,00 €	- €	0,00 €
			0,00 €			0,00 €	- €	0,00 €
			0,00 €			0,00 €	- €	0,00 €
			0,00 €			0,00 €	- €	0,00 €
			0,00 €			0,00 €	- €	0,00 €
Projecto Instalação e Arranque da Obra	1	45,02 €	45,02 €				- €	0,00 €
						Custos	2 185,49 €	
	0					Sub Total Com Margem	2 185,49 €	0,00 €
						IVA 23%	502,66 €	
						Valor Final	2 688,15 €	

O investimento total do projeto do sistema de aquecimento para o Edifício Sede, incluindo a instalação da caldeira a biomassa e os radiadores, tubagens e mão-de-obra ficará rondará os 7.752,06 €.

Apesar de não ter sido possível avaliar a redução de custo anual resultante obtido com a instalação deste novo sistema de aquecimento, deve referir-se que esta medida é particularmente interessante. Se, por um lado, o custo de investimento é relativamente baixo quando comparado com outras soluções, por outro, o custo de combustível será reduzido pois aproveitar-se-á a biomassa existente na Mata do Buçaco.

5. Conclusão

A realização deste trabalho, “Caracterização Energética da Fundação Mata do Bussaco”, permitiu aprofundar os conhecimentos em diversas áreas, como seja a caracterização energética de diferentes tipologias de edifícios, auditorias energéticas, luminotecnia, sistemas de aquecimento, sistemas de desumidificação do ar e qualidade da energia. Com ele foi possível a consolidação de conhecimentos já adquiridos e aumentar os conhecimentos na área das auditorias energéticas. Este trabalho também permitiu obter experiência de trabalho nesta área.

Este trabalho foi realizado na sequência de um protocolo estabelecido entre o IPC/ISEC e a Fundação Mata do Bussaco (FMB), que tem como objetivo melhorar o desempenho energético dos edifícios da Fundação.

Neste contexto, foram caracterizados energeticamente e identificadas medidas de melhoria do desempenho energético nos edifícios sede da FMB, convento de Santa Cruz e edifício das garagens.

Depois de definida a metodologia a seguir e o cronograma, o trabalho prosseguiu com uma pesquisa bibliográfica, visando o levantamento das tecnologias existentes no mercado aplicáveis aos edifícios a analisar.

A caracterização energética iniciou-se com a análise dos dados de faturação de energia e com o levantamento das cargas existentes, nomeadamente cargas de iluminação. Logo nesta primeira fase foi possível a identificação de algumas medidas que permitem uma redução significativa dos custos da energia elétrica. Na análise das cargas também foi possível identificar algumas ORC's.

Com os suportes de recolha de dados previamente elaborados procedeu-se a uma recolha exaustiva de informação relativa às cargas existentes e aos consumos de energia.

Paralelamente foram feitas algumas monitorizações com recurso a diversos equipamentos de medida (analisador de energia, multímetro, luxímetro) tendo por objetivo a determinação dos padrões de consumo assim como a avaliação de outros parâmetros, nomeadamente níveis de iluminação dos diversos espaços. Foram assim obtidos o diagrama de carga geral de cada um dos edifícios e os diagramas de carga de algumas das cargas consideradas maiores consumidoras.

Do tratamento e análise dos dados recolhidos resultou a caracterização pretendida, apresentada na secção 2 do capítulo 3, através de tabelas e diagramas de carga. Esta informação permitiu a identificação de oportunidades de racionalização de consumos de energia cuja aplicação poderá reduzir significativamente as perdas identificadas, aumentar a sua eficiência energética e reduzir diretamente o custo da faturação energética da FMB. Ainda neste ponto foram indicadas algumas ações que devem ser levadas a cabo de modo a corrigir algumas falhas que foram detetadas e que se prendem, na maior parte dos casos com aspetos de segurança e de manutenção.

Concluiu-se que a iluminação representa uma grande parte da carga de toda a instalação e é uma das áreas onde se podem atingir melhores resultados.

Foram identificadas, ao longo do trabalho, algumas oportunidades de racionalização de consumos que são apresentadas no capítulo 4, cuja implementação poderá reduzir as perdas identificadas e incrementar a eficiência energética dos edifícios estudados. As oportunidades de racionalização de consumos que requerem investimento estão essencialmente relacionadas com as cargas de iluminação.

Concluiu-se que substituição das lâmpadas atualmente existentes no Convento de Santa Cruz (do tipo fluorescente tubular, fluorescente compacta e de halogéneo) por lâmpadas LED equivalentes gera economias de energia na ordem dos 70%. As poupanças em termos económicos resultantes dessa substituição são da mesma ordem de grandeza. Se for considerada a substituição de toda a iluminação atual do edifício sede da FMB (do tipo fluorescente tubular, fluorescente compacta e incandescente convencional) por iluminação do tipo LED equivalente, então as poupanças geradas serão um pouco inferiores (na ordem dos 57%). Com o intuito de fazer o aproveitamento das lâmpadas já instaladas, a sua substituição por LEDs pode efetuar-se de modo gradual, à medida que estas atingem o seu fim de vida.

Finalmente concluiu-se que a instalação de uma caldeira de aquecimento a biomassa se revela de todo muito importante de modo a melhorar o conforto do edifício sede na estação de aquecimento, dada a idade e estado avançado de deterioração do sistema atualmente existente. Embora não tenha sido possível estimar as poupanças resultantes da instalação deste novo sistema, salienta-se o relativamente baixo custo inicial e de instalação deste sistema, que associado à ausência de custos de combustível para o alimentar o torna particularmente interessante.

Conseguiu-se atingir, em parte, os objetivos propostos sendo apresentadas medidas energeticamente eficientes que permitem poupanças anuais significativas.

Com a realização do trabalho pôde ainda concluir-se que a racionalização energética é cada vez mais essencial; estar apto a analisar e identificar desperdícios para os poder corrigir é fundamental, pois cada vez mais, a eficiência, é o “petróleo verde” para cada um de nós. Verifica-se que surgem novas tecnologias mais eficientes a um ritmo elevado, cabendo a cada cidadão estar informado, para fazer as melhores escolhas, de modo a prevenir e a evitar prejuízos futuros maiores.

TRABALHO FUTURO

Este trabalho deverá ser visto como um ponto de partida para um trabalho mais amplo, uma auditoria energética aos edifícios analisados. Para tal, será necessário proceder a monitorizações mais precisas e em maior número que permitam, entre outros, a desagregação de consumos por piso e/ou por utilização. Deve ainda fazer-se a avaliação técnico-económica das medidas a implementar, de acordo com as novas ORC's que venham a ser identificadas.

Um sistema de produção de energia, tanto eólico, como solar, depende de vários fatores como sejam climáticos, tecnológicos e a própria disposição dos equipamentos. No entanto considera-se que deve ser analisada a viabilidade técnico-económica da instalação de sistemas destes tipos no edifício sede da FMB.

Uma outra pista de trabalho futuro passo por analisar a viabilidade técnico-económica da instalação de um sistema de cogeração a biomassa (abundante nos espaços da Fundação) para aquecimento e fornecimento de energia elétrica aos edifícios que são propriedade da FMB.

Dada a boa disponibilidade solar do Buçaco e a boa disposição solar dos edifícios que são propriedade da FMB, deve também ser estudada a possibilidade de melhor aproveitamento da iluminação natural nomeadamente através da instalação tubos solares (tubos de luz). A instalação de tubos solares, que refletem a luz solar, evitará que a iluminação artificial esteja ligada durante todo o dia, reduzindo os consumos de energia e consequentes custos.

Uma outra possibilidade que deve ser analisada é a alteração contratual de alguns edifícios de tarifa simples para tarifa bi ou mesmo tri-horária. Este estudo implica que seja realizada uma monitorização mais longa dos edifícios alvo de estudo. Um outro estudo relacionado com este, passa pela análise da possibilidade de reduzir o número de contratos ativos da FMB com a empresa comercializadora de energia elétrica. Deste modo, poderiam ser reduzidos os encargos fixos da FMB com a potência contratada, devendo, no entanto, instalar alguns contadores parciais (sub medida) de modo a poder ser feita uma gestão efetiva dos consumos de energia por edifício.

Algumas das medidas propostas devem ser analisadas com mais detalhe e devem também ser procurados vários orçamentos para as diferentes medidas. Dentro destas medidas destaca-se a instalação da caldeira a biomassa e a substituição da iluminação existente por iluminação do tipo LED equivalente.

Finalmente deve ser realizada uma simulação dinâmica do desempenho energético dos edifícios estudados de modo a identificar outras medidas de melhoria de desempenho energético destes edifícios de difícil quantificação (por exemplo as relacionadas com as janelas: caixilharia, tipo vidro, proteções) e realizar uma proposta de certificação/classificação energética dos mesmos.


REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] UNFA – United Nations Population Fund, “state of world population 2011”. Disponível em www.unfpa.org/webdav/site/global/shared/documents/publications/2011/EN-OP2011-FINAL.pdf
- [2] Galp Energia, Consumo Energético Mundial. Disponível em www.apetro.pt/documentos/Galp.pdf
- [3] Diretiva 2010/31/EU do Parlamento Europeu e do Conselho
- [4] DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia, Eficiência Energética. Disponível em <http://www.dgeg.pt>
- [5] ISR - Manual de Boas Práticas de Eficiência Energética. Disponível em http://www.eficiencia-energetica.com/images/upload/manual_boas_praticas_EE.pdf~
- [6] Lighting Philips - “Let’s save energy - now!”. Disponível em http://www.lighting.philips.com/pwc_li/main/shared/assets/downloads/pdf/SCHOOLS_Segment_Range_Broch.pdf~
- [7] Frost & Sullivan e Schneider Eletric, “A chave para edifícios sustentáveis e com melhor relação custo-benefício: Intelligent Energy”. Disponível em www2.schneider-electric.com/documents/support/white-papers/998-3162_frost-and-sullivan_Brazilian.pdf
- [8] Diretiva 2012/27/EU do Parlamento Europeu e do Conselho
- [9] Resolução do Conselho de Ministros nº 29/2010
- [10] Diretiva n.º 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de dezembro de 2002
- [11] Decreto-lei nº118/2013, Disponível em http://www.adene.pt/sites/default/files/decreto-lei_118-2013_annotado.v0_-_2013-11-13.pdf
- [12] Resolução do Conselho de Ministros nº 20/2013
- [13] EDP, Energias de Portugal. Disponível em <http://www.edp.pt/>
- [14] Fábio Santos (2007), “Eficiência Energética em Edifícios – Iluminação”. Relatório de projeto, ISEC, 2007.
- [15] ASENTRELINHASDASA, Iluminação. Disponível em <http://asentrelinhasdasa.blogspot.pt/2012/05/iluminacao.html>

-
- [16] SASENERGIA, Iluminação LED. Disponível em <http://www.sasenergia.pt/shop/index.php?route=product/category&path=14>
- [17] O eletricista, “Racionalização energética”. Disponível em <http://www.lightplan.pt/files/40pZb8.pdf>
- [18] SANITOP, Climatização-Biomassa. Disponível em http://www.sanitop.pt/ins_contents.aspx?mc1=290&mc2=3804&mc3=3873
- [19] Dicas & Esquemas, Recuperador de Calor a lenha. Disponível em <http://dicasesquemas.blogspot.pt/2014/03/recuperador-de-calor-lenha-capitulo-1.html>
- [20] Fundação Mata do Bussaco – “Conheça a Mata”. Disponível em <http://www.fmb.pt/index.php/pt/2012-03-14-16-37-08/conheca-a-mata.html>
- [21] Fundação Mata do Bussaco - “Projetos na Fundação Mata do Buçaco”. Disponível em <http://www.fmb.pt/index.php/pt/a-fundacao/projetos.html?showall=&start=1>

ANEXOS

ANEXO A – Exemplo Fatura EDP



Fatura
N.º 192
Data: 20/02/2014
Ref: EDP

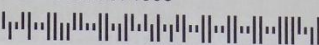
Convento de Sta Cruz Pag 1/2

Código de identificação 509179436 011

Negócios FEV14 A pagar € 128,91

Atendimento a clientes 808 53 53 53
8h às 22h/dias úteis
www.energia.edp.pt

C601150000094666



FUNDAÇÃO MATA BUCACO
MATA DO BUCACO
3050-261 LUSO

COMUNIDADE EDP

IÁ TODA A VIZINHANÇA SABE O QUE TEM PARA OFERECER?
Divulgue gratuitamente o seu negócio na comunidade.edp.

Regista-se já em www.comunidade.edp.pt

Mensagem edp


TITULAR DO CONTRATO	
Nome:	FUNDAÇÃO MATA BUCACO
NIF:	PT 509179436
Valor a pagar €128,91	
Data limite de pagamento	2014-03-05

80% Eletricidade

15% IVA

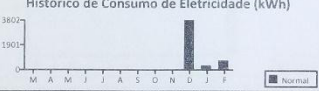
Débitos/Créditos

payshop



12065701791701001001289114030523

Nota: para outras formas de pagar veja os meios de pagamento alternativos no verso da fatura.

e:nergi		
Eletricidade	Histórico de Consumo de Eletricidade (kWh)	€ 102,52
Período de faturação 11 de jan 2014 a 12 de fev 2014 (33 dias)		Atendimento Técnico Eletricidade 800 506 506 Gratuito 24 horas por dia CPE - PT 0002 000 012 869 605 SG

IVA	€ 23,58
Outros débitos/créditos IVA incluído	€ 2,81

Fundação Mata do Bucaco

PAGO

Cheque n.º: 15

Data: 20/02/2014

DETALHE

e:nergi

Fatura nº 10024397247 de 2014-02-12

Eletricidade

Tipo de consumo	Data	Cálculo	Valor	IVA
Consumo normal estimado	11 jan 14 a 12 fev 14	679 kWh x € 0,1405	€ 95,40	23%
Potência Contratada (3,45 kVA)	11 jan 14 a 12 fev 14	33 dias x € 0,1844	€ 6,09	23%
Taxa exploração DGGE (DL-4/93)	11 jan 14 a 12 fev 14	1 x € 0,35	€ 0,35	23%
Imp Especial Cons Eletricidade	11 jan 14 a 12 fev 14	679 kWh x € 0,001	€ 0,68	23%
			€ 102,52	
			CO2 139,98 Kg	

Fontes de Energia

- Nuclear - 4,00%
- Gás Natural - 8,00%
- Hidrica - 9,00%
- Outras fontes não renováveis - 11,00%
- Outras fontes renováveis - 11,00%
- Carvão - 13,00%
- Eólica - 44,00%

A informação apresentada corresponde ao mix médio de fontes de energia do ano 2012

Leituras Eletricidade

Contador: 101013070821
 Última Leitura Real: 27 de dezembro de 2013
 Normal 63613 kWh

Para esta fatura foi estimado que a sua fatura é:
 64582 kWh Normal

Leituras 800 507 507

Gratuito 24 horas por dia
 Código Único de Presto de Energia (CPE):
 PT 0002 000 012 869 605 SG

LARG PALACE BUSSACO 3050 LUSO

Zona de Qualidade de Serviço - C | O total da fatura inclui o valor € 60,67, sem IVA, correspondente às tarifas de acesso às redes, onde se inclui o valor de custos de interesse económico geral (CIEG) no valor de € 35,19.

Contador	101013070821
data	simples
2014/01/10 (E)	63903
2014/02/12 (E)	64582
Total de consumos kWh	679
(R) - Real (E) - Estimada	

IVA

	Cálculo	Valor
Total IVA (23%)	23% x € 102,52	€ 23,58
		€ 23,58

DÉBITOS/CRÉDITOS

Nome	Cálculo	Valor	IVA
Contribuição Audiovisual (Fatura n.º 30018286823)	1 x € 2,65	€ 2,65	6%
Total IVA (6%)	6% x € 2,65	€ 0,16	
		€ 2,81	

Contribuição Audiovisual

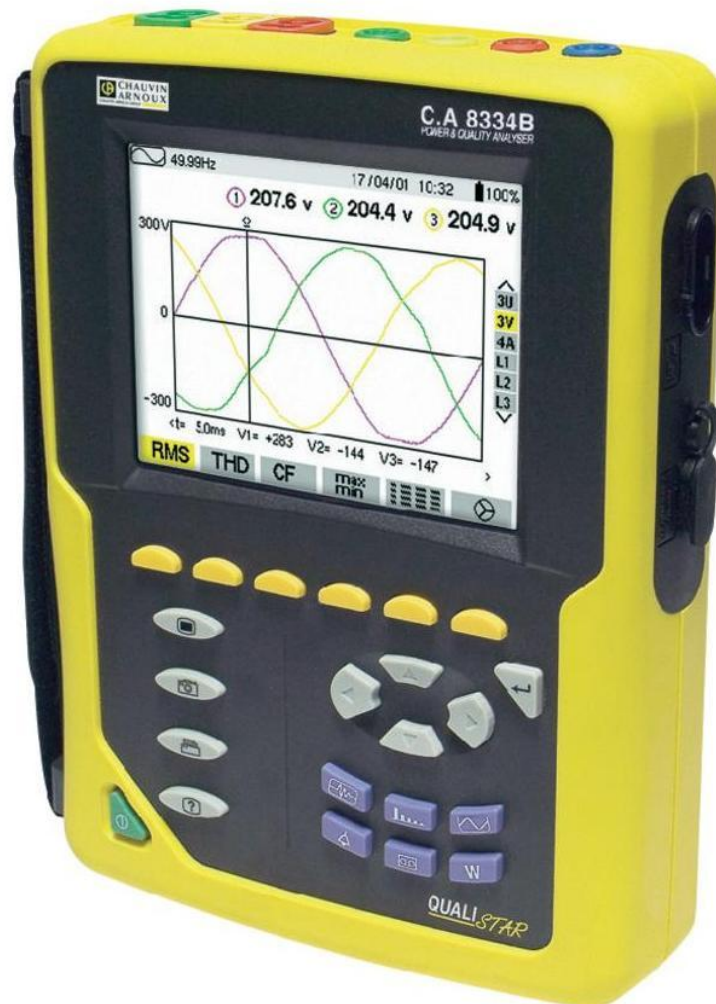
A contribuição para o audiovisual foi criada pela Lei n.º 20/2002 e alterada pelo Decreto-Lei n.º 359/2005 e alterada no âmbito da reorganização da energia elétrica.

008119
 001e015_201402138119
 008119
 008121
 201402138123

Entidade	20174
Referência	657 017 917
Valor	€128,91



ANEXO B – Analisador de Energia Qualistar



ANEXO C – Iluminação LED utilizada no projeto



LAMPADA LED E27 6,2W AGL 3000K

Marca: Eglo

LED E27 A60 - 6,2W - 230V 3000K/470lm.



LAMPADA LED T8 20W 6400K

Marca: Brilumen

"LÂMPADAS DE LED - Lâmpada T8 150cm"

**Características Eléctricas:

- Potência 20W
- Tensão Nominal 230V AC
- Frequência 50 - 60 Hz.

*/Características do LED:

- Tipo de LED:SMD 3528
- Número de LED's:200
- Fluxo Luminoso: 1800 lm
- Ângulo do feixe: 140°.

VANTAGENS:

- »Ultra-brilhantes e ultra-eficientes!
- »Poupança de energia até 80% quando comparadas com lâmpadas incandescentes ou de halogéneo
- »Poupança de energia até 65% quando comparadas com lâmpadas fluorescentes ou economizadoras.
- »Vida útil até 25.000 horas
- Fácil instalação
- » Maior conforto visual.



MIURA PROJETOR LED 10W IP65 2700K

Marca: Brilumen

"COB LED IP65 - MIURA 10W"

VANTAGENS:

- »INOVAÇÃO: Tecnologia COB LED
- »Ângulo de feixe de 140°
- »Estanquicidade IP65
- »Vida útil 50.000 horas.

Anexo D – Caldeira a Lenha Firex 34



CALDEIRA A LENHA FIREX 34

Marca: Unical

Dimensões: 510x680x1230 mm

Peso: 363,00Kg

"Combustão Forçada"

CARACTERÍSTICAS:

- *Caldeira em chapa de aço de elevada espessura (8mm) para combustão a lenha de gasificação total
- *Combustão de CHAMA INVERTIDA
- *Elevado rendimento (para combustível sólido): superior a 82%
- *Optimização e controlo da combustão através da regulação do ar primário e secundário e catalisador refractário
- *Combustão assistida por ventilador/exaustor colocado na parte posterior da caldeira para a gaseificação da lenha
- *Portas amplas para inspecção do stock e câmara de combustão para facilitar o carregamento e manutenção
- *Porta anti-fumo com rotação total
- *Sistema de segurança para abertura da porta superior com rotação de punho
- *Câmara de combustão com catalisador de pedra refractaria
- *Isolamento dos painéis em manta de lã mineral com 50 mm de espessura
- *Painel de comandos termostático para controlo automático da temperatura da água, do Ventilador e da instalação
- *Permutador de segurança de sobreaquecimento, composto por uma serpentina em aço, imersa directamente na parte alta da caldeira