



EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, APLICAÇÃO EM EDIFÍCIOS DE SERVIÇOS: O CASO DO HOSPITAL DO ICUF

NÉLSON FERREIRA DA SILVA

Outubro de 2012

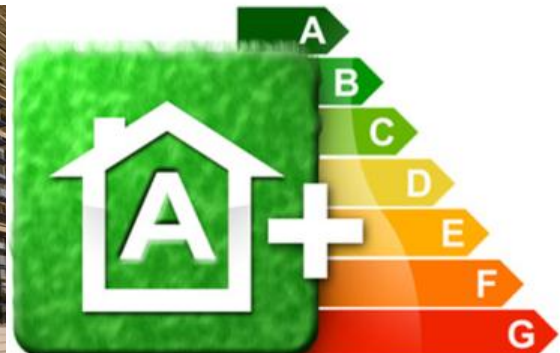
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA - SISTEMAS ELÉCTRICOS DE ENERGIA



Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia
Eletrotécnica de Sistemas Eléctricos de Energia:

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, APLICAÇÃO EM EDIFÍCIOS DE SERVIÇOS: O CASO DO HOSPITAL DO ICUF



Nelson Ferreira da Silva _ 1070169

Orientadores de dissertação:
Dr.^a Teresa Nogueira _ Eng.^o Luís Castanheira

•
Porto, 15 de Outubro de 2012

AGRADECIMENTOS

Para a elaboração desta dissertação foram importantes os estímulos e apoios de diversas pessoas a quem manifesto o meu profundo reconhecimento.

Apraz-me salientar uma palavra de imensa gratidão aos meus orientadores, Dr.^a Teresa Nogueira e Eng.^o Luís Castanheira, pois sem os seus juízos críticos revelados e dedicação que me prestaram não conseguiria realizar esta tese. A minha gratidão advém não só da sua orientação no planeamento deste trabalho, como nas correções, sugestões, conselhos e confiança mas também pelo meu crescimento e amadurecimento científico.

De igual modo agradeço ao Eng.^o Tiago Gonçalves do Instituto CUF pela amabilidade, simpatia, disponibilidade, bem como o seu juízo crítico.

Enquanto aluno deste Instituto, congratulo também a atitude de ajuda de todos os professores que caminharam comigo, agradeço a partilha de conhecimento, a oportunidade que me deram de evoluir cientificamente, a confiança, a dedicação, o companheirismo e a amizade.

Agradeço também, a todos aqueles que, através das suas sugestões, dúvidas e críticas, me ajudaram a tornar mais completa e clara a informação presente nesta dissertação.

RESUMO

A eficiência energética é um assunto atual de todos os países devido à crise do petróleo em 1973. Portugal é um dos países que devido às alterações climáticas iniciou uma procura incessante por energias alternativas, registando assim resultados positivos. No entanto, não se deve apenas utilizar as energias alternativas mas sim realizar um uso mais eficiente dessas.

Como Portugal apresenta um clima mediterrânico constata-se uma elevada quantidade de horas de exposição solar. Assim, a utilização desta energia, nomeadamente através de um sistema solar térmico, reúne as condições favoráveis na obtenção de uma diminuição dos custos na fatura energética. Saliencia-se que esta fatura tem um elevado peso nos gastos de um edifício de habitação ou de serviços.

Outra forma de diminuir os gastos é através de um sistema de cogeração. Esta consiste na produção combinada de energia térmica e elétrica num mesmo equipamento, destinando-se ambas ao consumo da própria empresa ou de terceiros.

O propósito desta dissertação assenta na avaliação de desempenho energético do edifício Instituto CUF em Matosinhos ao nível da qualidade térmica dos edifícios e dos seus sistemas energéticos. Também tem como objetivo a recolha de informação que permita a determinação de economias de energia numa ótica de Eficiência Energética e de Utilização Racional de Energia, que induza reduções, não só dos consumos energéticos e respetiva fatura energética, mas também nas emissões dos gases de efeito de estufa.

Deste modo, realizou-se um estudo da instalação de painéis solares Térmicos, nomeadamente no sistema AQS para o ICUF e a implementação de um sistema de cogeração que satisfaça a potência instalada de energia térmica no edifício.

Palavras-Chave: Eficiência energética; Sistema Solar Térmico; Cogeração; ICUF

ABSTRACT

Energy Efficient is a current subject to all countries due to petroleum crisis in 1973. Portugal is one of the countries that due to climate change began a relentless pursuit by alternatives energies, thereby recording positive. However should not be only use the alternatives energies but make more efficient use of these.

As Portugal has a Mediterranean climate, we see a high number of hours of sun exposure. So, the use of energy, including through a solar thermal system, meets the conditions favorable to obtain lower costs on energy bills. Note that this bill has a high weight is spending a building housing or services.

Another way of reducing the costs is by a cogeneration system. This is the combined production of electrical and thermal energy in a single device and is designed for either the company's own consumption or third parties.

The purpose of this dissertation is based on the evaluation of building energy performance of Institute CUF in Matosinhos level of thermal quality of buildings and their energy systems. It also aims to collect information allowing the determination of energy savings in optical energy efficiency and rational use of energy, which induces reductions not only in energy consumption and respective energy bill, but also the emissions of greenhouse gases.

This way, we carried out a study of thermal solar panels, particularly for the AQS system ICUF, and implementation of a cogeneration system that meets the installed capacity of thermal energy in the building.

Keywords: Energetic Efficiency; Solar thermal System; Cogeneration; ICUF

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ICUF	Instituto CUF
ORC	Oportunidade de Racionalização de Consumos
CO2	Dióxido de Carbono
WBCSD	<i>World Business Council for Sustainable Development</i>
AIE	Agência Internacional de Energia
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
CE	Comissão Europeia
ENE	Estratégia Nacional para a Energia
PNAEE	Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética
SCE	Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios
RSECE	Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios
ADENE	Agência para a Energia
QAI	Qualidade do Ar Interior
PRE	Plano de Racionalização Energética
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
DGEG	Direção Geral de Energia e Geologia
AQS	Água Quente Sanitária
COP	Coefficiente Performance
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>
CRT	<i>Cathode Ray Tube</i>
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
IEE	Indicador de Eficiência Energética
IM	Instituto de Meteorologia
CPC	<i>Collector parabolic concentrators</i>
Kgep	Quilograma Equivalente de Petróleo
CH ₄	Metano
PCS	Poder Calorífico Superior
VAL	Valor atual Líquido
TIR	Taxa Interna de Rentabilidade

ÍNDICE

Agradecimentos.....	II
Resumo	III
Abstract	IV
Índice de Abreviaturas.....	V
Índice de Figuras.....	X
Índice de Tabelas	XII
Capítulo 1 – INTRODUÇÃO	
1.1. Contextualização e Motivação.....	2
1.2. Objetivos	3
1.3. Estrutura da Dissertação.....	3
Capítulo 2 – EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS EDIFÍCIOS DA ATUALIDADE	
2.1. Eficiência energética nos edifícios, uma perspetiva da atualidade.....	6
2.1.1. Legislação como catalisador de eficiência energética à escala mundial..	11
2.1.2. Eficiência Energética em Portugal	13
2.1.3. Certificação energética.....	16
2.1.3.1. Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE).....	20
2.1.3.2. Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE)	21
2.1.3.3. Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)	22
2.1.3.4. Fatores que influenciam a classificação energética.....	23
Capítulo 3 – AUDITORIA ENERGÉTICA AO EDIFÍCIO DA ICUF	
3.1. Diagnóstico Energético do ICUF, Caracterização do Edifício	28
3.1.1. Listagem Dos Principais Equipamentos	29
3.1.1.1. Equipamentos De Produção Térmica.....	29
3.1.1.2. Equipamentos De Distribuição Térmica	30
3.1.1.3. Equipamentos De Tratamento Térmicos	30
3.1.2. Iluminação	31

3.1.3.	Equipamentos Locais	31
3.1.4.	Análise De Consumos Do Período De Referência.....	32
3.1.5.	Caracterização Dos Consumos	34
3.1.5.1.	Caracterização Dos Consumos Por Tipologia.....	35
3.1.5.2.	Caracterização Dos Consumos Por Serviços	35
3.1.6.	Análise do Plano de Racionalização de Energia	36

Capítulo 4 – SISTEMA SOLAR TÉRMICO

4.1.	Energia Solar	40
4.2.	Energia Solar em Portugal.....	41
4.3.	Radiação Solar em Portugal	42
4.1.	Fração solar	46
4.2.	Componentes de um Sistema de Energia Solar Térmica.....	47
4.2.1.	Coletor Solar Térmico	48
4.2.1.1.	Coletor plano.....	49
4.2.1.2.	Coletores concentradores.....	50
4.2.1.3.	CPC ou coletores concentradores parabólicos	50
4.2.1.4.	Coletores de tubo de vácuo	51
4.2.2.	Depósito ou Acumulador.....	52
4.2.3.	Acessórios	53
4.3.	Configurações do sistema solar	53
4.3.1.	Sistema Termossifão.....	53
4.3.2.	Sistema com Circulação Forçada	54
4.3.3.	Transferência Térmica	55
4.3.4.	Relação com o Sistema de Apoio	56
4.4.	Localização, Instalação, Dimensionamento e Classificação do Sistema Solar Térmico	57
4.4.1.	Orientação	57
4.4.2.	Posicionamento	58
4.4.3.	Instalação dos Painéis Solares	58
4.4.4.	Volume de Acumulação e Tipologia da Instalação.....	60
4.4.5.	Utilização do Software de Apoio ao Dimensionamento	60
4.5.	Vantagens e Desvantagens	62

Capítulo 5 – DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA SOLAR TÉRMICO E ANÁLISE FINANCEIRA

5.1.	Dimensionamento do Sistema Solar Térmico	64
5.1.1.	Caso 1.....	64
5.1.2.	Caso 2.....	65
5.1.3.	Dados Geográficos e Climatéricos.....	65
5.1.4.	Especificações do painel solar térmico.....	66
5.2.	Fração Solar Caso 1	67
5.3.	Fração Solar Caso 2	68
5.4.	Resultados do Software SolarTerm 5.1	69
5.4.1.	Resultado do Caso 1	69
5.4.2.	Resultado do Caso 2	70
5.5.	Análise Económica	71
5.5.1.	Caso 1.....	71
5.5.2.	Caso 2.....	72
5.5.3.	Rentabilidade do projeto.....	73
5.5.3.1.	Tempo de Retorno Simples.....	73
5.5.3.2.	Valor Atual Liquido (VAL)	74
5.5.3.3.	Taxa Interna de Rentabilidade (TIR).....	75

Capítulo 6 – COGERAÇÃO

6.1.	Conceitos e Princípios	78
6.2.	Cogeração em Portugal.....	79
6.3.	Principais Tecnologias de Cogeração.....	81
6.3.1.	Aspetos a Serem Considerados na Escolha da Tecnologia.....	82
6.3.2.	Sistemas de Cogeração Mais Utilizados	83
6.4.	Cogeração a Gás Natural.....	83
6.4.1.	Tecnologias Usadas na Cogeração a Gás Natural.....	84
6.4.1.1.	Cogeração com Motor Alternativo de Ciclo Otto	84
6.4.1.2.	Cogeração com Turbina a Gás.....	85
6.5.	Instalações Hospitalares	85
6.5.1.	Tecnologias Usadas na Cogeração a Gás Natural.....	85
6.5.2.	Tecnologias Usadas na Cogeração a Gás Natural.....	86

6.6.	Vantagens e Desvantagens da Cogeração	87
6.6.1.	Vantagens da cogeração.....	87
6.6.2.	Desvantagens da Cogeração.....	89
Capítulo 7 – DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA DE COGERAÇÃO E ANÁLISE FINANCEIRA		
7.1.	Dimensionamento de um sistema de cogeração	92
7.2.	Análise Económica	93
7.2.1.	Caso 1.....	93
7.2.2.	Caso 2.....	97
7.3.	Rentabilidade do projeto	100
7.3.1.	Tempo de Retorno Simples	102
7.3.2.	Valor Atual Líquido (VAL).....	102
7.3.3.	Taxa Interna de Rentabilidade (TIR)	102
Capítulo 8 – CONCLUSÃO		
8.1.	Análise Conclusiva.....	106
8.2.	Perspetivas Futuras.....	108
Bibliografia.....		111
Anexos		115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Trilogia da sustentabilidade	6
Figura 2.2: Emissão de gases de efeito estufa.....	7
Figura 2.3: Projeção de energia em edifícios por região.....	9
Figura 2.4: Ciclo de vida da utilização de energia	10
Figura 2.5: Estimativa de contribuição e custo para a sustentabilidade de edifícios	10
Figura 2.6: Vagas de Desenvolvimento da Política de Renováveis em Portugal.....	14
Figura 2.7: As 12 etapas do Programa Portugal Eficiência 2015.....	16
Figura 2.8: Exemplo do Certificado Energético	16
Figura 2.9: Níveis de classificação energética	18
Figura 2.10: Propostas de medidas a implementar	19
Figura 2.11: Organograma da estrutura do sistema de certificação energética em Portugal	20
Figura 2.12: Exemplo de um sistema solar térmico	25
Figura 3.1: Localização, Hospital da ICUF	28
Figura 3.2: Percentagens do consumo de eletricidade e gás.....	33
Figura 3.3: Percentagem dos custos de eletricidade e gás natural.....	34
Figura 3.4: Percentagens de consumo por tipologia.....	35
Figura 3.5: Percentagens dos consumos por serviço	36
Figura 4.1: Número de m ² de coletores solar instalados anualmente em Portugal	42
Figura 4.2: Radiação solar na Europa	43
Figura 4.3: Novas instalações de coletores solares térmicos em Portugal	44
Figura 4.4: Radiação solar em Portugal / Distrito	44
Figura 4.5: Clima em Portugal Continental, segundo a classificação de Köppen.....	45
Figura 4.6: Horas de sol em Portugal	45
Figura 4.7: Configuração de um sistema solar	48
Figura 4.8: Coletor Plano	49
Figura 4.9: Coletores concentradores	50
Figura 4.10: Coletor concentradores parabólicos	50
Figura 4.11: Coletor de tubo de vácuo	51
Figura 4.12: Depósito ou acumulador	52
Figura 4.13: Sistema de Termossifão.....	54
Figura 4.14: Sistema de circulação forçada.....	55
Figura 4.15: Exemplo de instalação de painéis numa cobertura plana	59
Figura 5.1: Dados da localização para o Dimensionamento	66
Figura 5.2: Painel solar térmico TopSon CFK - 1 da Wolf	67
Figura 5.3: Comparação entre o custo atual com o rendimento mensal expectável para o Caso 1	71
Figura 5.4: Comparação entre o custo atual com o rendimento mensal expectável para o Caso 2	72
Figura 5.5: Conceito de Taxa Interna de Rentabilidade	75

Figura 6.1: Produção separada de energia elétrica e Térmica	78
Figura 6.2: Produção de energia elétrica e Térmica em cogeração	79
Figura 6.3: Gráfico da evolução da cogeração em Portugal.....	80
Figura 6.4: Sistema de Cogeração com microturbina a gás, num hospital, em <i>Prum Rheinland-Pfalz</i> , Alemanha.....	87
Figura 7.1: Imagem do modelo para o caso 1	93
Figura 7.2: Imagem do modelo para o caso 2	97

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1: Plano Nacional de ação energética em Portugal	15
Tabela 3.1: Área de cada piso e sua constituição.....	29
Tabela 3.2: Consumo de energia elétrica no edifício	32
Tabela 3.3: Consumo de gás natural no edifício	32
Tabela 3.4: Custos com a eletricidade e gás natural	33
Tabela 3.5: Fatores de conversão.....	38
Tabela 5.1: Consumo de Agua Fria/Quente para 30%	64
Tabela 5.2: Consumo de Agua Fria/Quente para 12%	65
Tabela 5.3: Dados para o dimensionamento do sistema	66
Tabela 5.4: Dados obtidos para o cálculo da Fração Solar Caso 1	68
Tabela 5.5: Dados obtidos para o cálculo da Fração Solar para Caso 2	69
Tabela 5.6: Energia fornecida pelos painéis a carga e o apoio para o Caso.....	70
Tabela 5.7: Energia fornecida pelos painéis a carga e o apoio para o Caso 2.....	70
Tabela 5.8: Poupança obtida com a instalação dos painéis e o rendimento mensal para o Caso 1	71
Tabela 5.9: Poupança obtida com a instalação dos painéis e o rendimento mensal para o Caso 2	72
Tabela 6.1: Comparação entre as principais tecnologias de cogeração	81
Tabela 6.2: Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de sistemas de cogeração82	
Tabela 7.1: Despesas obtidas com gás natural para cogeração no Caso 1	94
Tabela 7.2: Poupança obtida em gás natural no Caso 1	95
Tabela 7.3: Valor de faturação mensal de gás natural no Caso 1	95
Tabela 7.4: Venda de energia elétrica mensal no Caso 1.....	96
Tabela 7.5: Balanço mensal para o Caso 1	97
Tabela 7.6: Despesas obtidas com gás natural para cogeração no Caso 2	98
Tabela 7.7: Valor de faturação mensal de gás natural no Caso 2	99
Tabela 7.8: Venda de energia elétrica mensal no Caso 2.....	100
Tabela 7.9: Balanço mensal para o Caso 2	100

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO



1.1. Contextualização e Motivação

A eficiência energética é uma componente fundamental das políticas de energia e ambiente no mundo pois permite reduzir os consumos energéticos em várias áreas, tais como os edifícios. Também reforça a competitividade da economia mundial e contribui para o cumprimento das metas definidas no Protocolo de Quioto no que se refere à redução dos gases com efeito de estufa. A segurança de aprovisionamento de energia é conseguida através da diversificação de proveniência de determinado vetor energético.

O sector dos edifícios é responsável por mais de 40% do consumo de energia final na Europa, sendo que um terço desse consumo tem origem em edifícios não residenciais, como por exemplo: escritórios, instalações industriais, escolas, hospitais, hotéis. Adicionalmente, existe um elevado potencial de economias de energia, através da implementação de medidas que visem a melhoria dos sistemas de climatização, iluminação ou otimização da envolvente e a instalação de energias renováveis nos edifícios. Por esse motivo, é necessário um grande esforço de todos os europeus, especialmente das organizações públicas e privadas, para um efetivo aproveitamento desse potencial. (ADENE, 2006)

Em Portugal apenas se produz 15% da energia consumida, o que nos torna um país com grande dependência fóssil alienado com a utilização pouco eficiente de energia. Isto traduz-se em consequências negativas a nível económico, social e ambiental. Para combater esta tendência apostou-se na eficiência energética, com a criação de várias entidades, estratégias e programas que leva ao incentivo desta. Estas, são focadas essencialmente na implementação de novas tecnologias mais *green* quer no sector residencial, de serviços, indústria e transporte.

Além dos assuntos anteriores descritos, esta dissertação também engloba uma auditoria ao edifício do Instituto CUF (ICUF) em Matosinhos que contém um diagnóstico energético, referindo as características, equipamentos e consumos deste e a sua vertente regulamentar.

Tendo em conta que a energia solar é uma fonte inesgotável e pode ser uma solução para muitos problemas sociais associados ao consumo de combustíveis fósseis, e dado que Portugal é privilegiado devido à sua situação geográfica uma vez que apresenta uma elevada quantidade de horas de exposição solar bem como uma elevada radiação solar, define-se, assim, como um país propício à utilização da energia solar para o aquecimento de águas quentes sanitárias. A energia solar térmica é vista como um fator de atenuação da fatura energética.

Contudo, também se consegue obter um aproveitamento de mais de 70% de energia térmica resultante dos combustíveis fósseis através de um sistema de cogeração. A

cogeração consiste na produção combinada de energia térmica e elétrica num mesmo equipamento destinando-se ambas ao consumo da própria empresa ou de terceiros, evitando ou atenuando a utilização de equipamentos próprios de produção de calor e aquisição de energia elétrica à rede, garantindo assim, economias de energia e competitividade acrescida às empresas.

Deste modo, é oportuno desenvolver-se um estudo que enumere e quantifique as vantagens da utilização de um sistema solar térmico e de cogeração no edifício CUF.

1.2. Objetivos

A presente dissertação tem como objetivos a realização do diagnóstico energético do edifício, a validação dos resultados obtidos, em face dos resultados expectáveis no âmbito da política do desenvolvimento sustentável, bem como a elaboração de proposta de eventuais medidas corretivas no caso de serem evidentes os benefícios da sua aplicação na redução da fatura energética e a obtenção do melhor nível de classificação energética do edifício.

Para isso recorre-se a um estudo de vários casos sobre as tecnologias de painéis solares térmicos e cogeração. Nos painéis solares térmicos observa-se o estudo de dois casos distintos, onde se visualiza qual o apoio que estes conseguem dar ao consumo de AQS.

Em relação à cogeração também se ostenta dois casos, constatando assim a vantagem da cogeração e as poupanças que se pode obter desta tecnologia.

1.3. Estrutura da Dissertação

Esta dissertação organiza-se em oito capítulos. O capítulo um consiste na introdução da dissertação, onde se refere a pertinência deste tema, assim como os objetivos e estrutura.

No capítulo dois desenvolve-se os temas relacionados com a eficiência energética, tais como regulamentos e legislação para um edifício de serviço, certificação energética e eficiência energética em Portugal.

O capítulo três diz respeito à auditoria energética ao edifício ICUF, onde se caracteriza o edifício tendo em conta os equipamentos instalados, consumos energéticos e o seu enquadramento.

Uma das soluções apontadas para a redução da fatura energética (sistema solar térmico) para o edifício ICUF observa-se no capítulo quatro.

No capítulo cinco apresenta-se o dimensionamento e análise financeira do sistema solar térmico.

A outra solução apontada para redução da fatura energética é a implementação de um sistema de cogeração, estando apresentada no capítulo seis.

No capítulo sete é ostentado o dimensionamento e análise financeira da cogeração.

Por último, no capítulo oito evidencia-se a conclusão da dissertação.

CAPÍTULO 2 – EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS EDIFÍCIOS DA ATUALIDADE



2.1. Eficiência energética nos edifícios, uma perspectiva da atualidade

A energia define-se como um bem essencial que atualmente assume gastos elevados. Logo é necessário encontrar modos de gestão otimizados de forma às empresas poderem tornar-se economicamente mais competitivas, ambientais, racionais e socialmente mais equilibradas.

Desta forma, procura-se equilibrar a trilogia da sustentabilidade (figura 2.1), sendo uma das principais motivações da atualidade, com os vértices ambientais, económicos e sociais. (Sá, 2010)

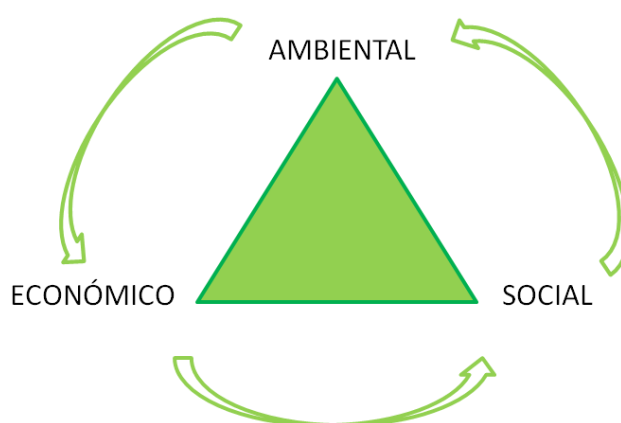


Figura 2.1: Trilogia da sustentabilidade

O grande desafio atual da sociedade é otimizar o “triângulo de forças” que pode-se observar acima representado. A otimização é gerada através do equilíbrio das três forças sendo esta máxima quando obtém uma forma de triângulo equilátero. Este triângulo equilátero é constituído por três vértices Ambiental, Económico e Social.

Segundo o relatório Brundtland (1987), a Sustentabilidade é definida como “ a capacidade de satisfazer as necessidades das gerações atuais sem comprometer as possibilidades das gerações futuras ”. Na atualidade, o paradigma energético está voltado para a liberalização dos mercados de energia, eficiência energética, adequação ambiental, qualidade de serviços e gestão da procura. (Sá, 2010)

Eficiência energética define-se como redução do consumo de energia, mantendo os mesmos serviços. Esta encontra-se diretamente relacionada com a utilização racional de energia.

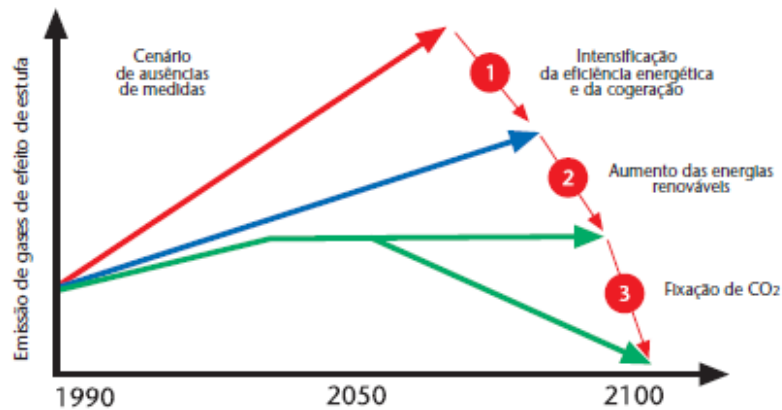


Figura 2.2: Emissão de gases de efeito estufa
 Fonte: (BCSD Portugal, 2005)

Para identificar e implementar medidas de oportunidade de racionalização de consumos (ORC) é necessário:

- Conhecer as opções disponíveis para intervir;
- Conhecer os seus principais consumidores;
- Conhecer as soluções existentes no mercado;
- Garantir uma correta implementação;
- Efetuar uma correta fiscalização das condições de operação e manutenção.

As reduções dos consumos de energia são conseguidas à custa essencialmente da:

- Eliminação de consumos supérfluos;
- Recuperação de energia de perdas;
- Adaptação funcional de equipamentos existente;
- Utilização de equipamentos de rendimentos elevados.

A Eficiência energética é a primeira e mais importante fonte renovável de que se dispõe atualmente, sendo um tema cada vez mais atual e fundamental no presente e futuro. Baseia-se fundamentalmente em utilizar menos energia possível de modo a satisfazer os nossos desejos e objetivos, mantendo o conforto e a produtividade dos respetivos processos, e diminuição das emissões de gases com o efeito estufa como se realça na figura 2.2.

As emissões produzidas pela utilização excessiva de combustíveis fósseis de forma a satisfazer as crescentes necessidades energéticas a nível global estão a provocar alterações climáticas perigosas no planeta que podem afetar gravemente a nossa continuidade. Salienta-se que o custo anual da fatura energética representa uma parcela significativa das despesas de um edifício.

Tendo em conta este fator, é necessário dar início a uma revolução energética com o objetivo estratégico de incentivar o uso de energias renováveis (sol, vento, Água, ...), obtendo assim uma produção de energia necessária à satisfação das necessidades da sociedade consumidora. Este objetivo depende de investimentos e políticas energéticas adequadas quer a nível nacional e internacional. Importa referir que a aposta em medidas de eficiência energética deverá constituir uma prioridade, apresentando benefícios a custo reduzido.

Devido às perdas na transformação, no transporte e distribuição elétrica, sabe-se que para a utilização de um 1 Kwh num edifício é necessário produzir-se 3 Kwh. Logo por cada unidade energética que se poupa, ganha-se três ao nível da produção. (Schneider Electric, 2009)

Na atualidade, o fator que mais contribui para a emissão de gases com efeito de estufa é a eletricidade, ou seja, mais de 50% das emissões de dióxido de carbono (CO₂) são atribuídas ao consumo de eletricidade nos sectores residenciais e edifícios de serviços. (Schneider Electric, 2009)

Devido á proliferação de eletrodomésticos, computadores e sistemas de entretenimento, e com o aumento de utilização de sistemas de ar condicionado e ventilação como se pode observar na figura 2.4, o consumo de eletricidade dispara desproporcionalmente em relação à utilização de outras formas de energia.

Construção de edifícios mais eficientes em termos energéticos contribui para a diminuição dos problemas da emissão de CO₂. Caso contrário, resultará no aquecimento global e no esgotamento dos combustíveis fósseis. A sustentabilidade nos edifícios além de ser uma necessidade é também uma via de negócio ainda por explorar, que pode potenciar tanto o sector da construção como o consumo racional de energia dos edifícios.

O *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) identificou os edifícios como um dos cinco maiores utilizadores de energia, onde são necessárias as megatendências de modo a poder transformar a eficiência energética.

Os responsáveis por 40% da energia utilizada na maioria dos países são os edifícios. Esta tendência tende a aumentar devido ao forte crescimento e massificação da construção, como é o caso da China e da Índia (figura 2.3). (BCSD Portugal, 2010)

A Agência Internacional de Energia (AIE) estima que as tendências atuais na procura de energia para edifícios vão impulsionar cerca de metade dos investimentos fornecidos a até 2030. (BCSD Portugal, 2010)

Para que tal não aconteça é essencial agir em prevenção, uma vez que os edifícios podem constituir de grande forma para a regressão das alterações climáticas, assim como tornar a utilização energética mais eficiente.

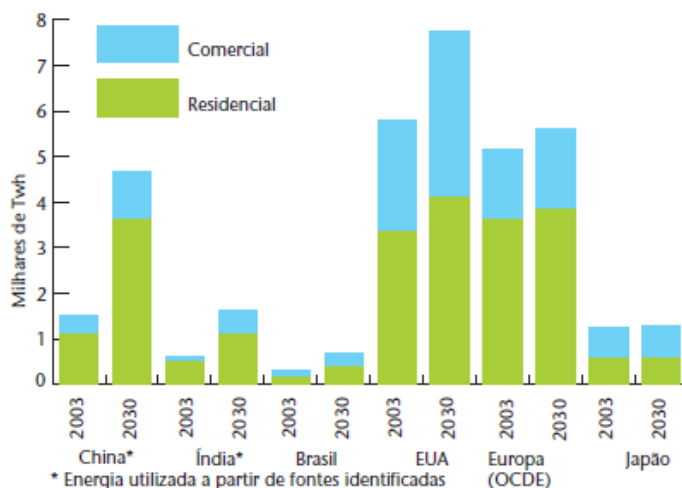


Figura 2.3: Projeção de energia em edifícios por região

Esta tendência pode ser contrariada dado que atualmente existe o conhecimento e a tecnologia que permite reduzir a utilização e os gastos de energia nos edifícios, possibilitando melhorar os níveis de conforto nos espaços. No entanto, subsistem atualmente barreiras organizacionais, financeiras e de comportamentos que são obstáculos às tecnologias.

A interdependência, a valorização da energia e a transformação de comportamentos, são os três tipos de abordagens que permitem ultrapassar estes entraves.

A mais-valia da eficiência energética em edifícios é a capacidade de proporcionar grandes reduções no consumo de energia, sendo que na maioria dos casos é a opção mais económica. Um estudo da *Mckinsey* estimou que as medidas de redução da procura sem custos na rede, podem quase reduzir para metade o crescimento esperado na procura por eletricidade a nível mundial. (BCSD Portugal, 2010)

É ainda de realçar que a eficiência energética deve ser transversal a todos os níveis e não restrita a propriedades mais sofisticadas. Desta forma, pela sua complexidade pode-se afirmar que não é possível desenvolver uma simples solução para todos os casos, uma vez que, nem sempre se atinge uma solução viável de acordo com as necessidades pretendidas.

O termo “sustentável” tende a ser mais utilizado na Europa, enquanto “ecológico” é mais adequado à Ásia, em especial no Japão.

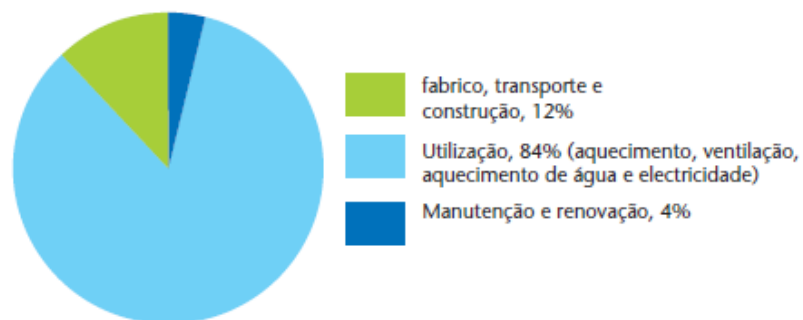
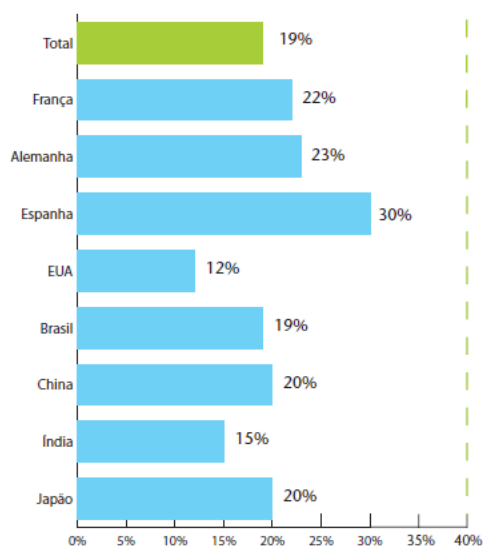


Figura 2.4: Ciclo de vida da utilização de energia
 Fonte: (BCSD Portugal, 2010)

Salienta-se que um edifício eficiente pode provocar um aumento da consciência sobre as alterações climáticas e a expectativa do aumento dos custos de energia, levando desta forma, as pessoas e as organizações a darem mais valor à eficiência energética. Um estudo da *McGraw-Hill* reportou que os profissionais estão na expectativa que os edifícios ecológicos atinjam uma média de 7,5% quando comparados com edifícios *standards*, a par de um retorno de investimento de 6,6%. Nos Estados Unidos da América (EUA), os edifícios com desempenho mais elevado em energia estão a tornar-se financeiramente mais atrativos devido aos mercados das energias renováveis. (BCSD Portugal, 2010)

“Que percentagem pensa que os edifícios contribuem para o aumento das emissões de CO₂ - Directa ou indirectamente?”



“Quanto mais, pensa que custará um edifício sustentável certificado relativamente a um edifício normal?”

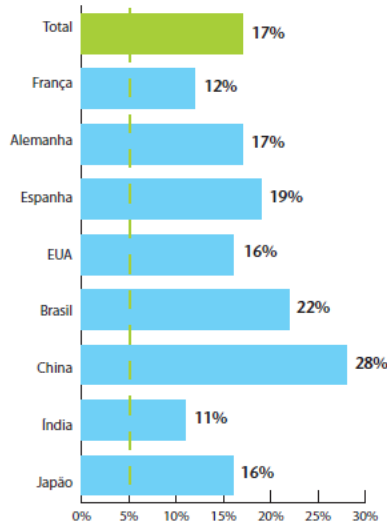


Figura 2.5: Estimativa de contribuição e custo para a sustentabilidade de edifícios
 Fonte: (BCSD Portugal, 2010)

2.1.1. Legislação como catalisador de eficiência energética à escala mundial

De modo a satisfazer as necessidades energéticas no mundo, atualmente recorre-se sobretudo à utilização dos combustíveis fósseis. Devido ao aumento destas necessidades, surgem vários relacionados como esgotamento acelerado das reservas energéticas bem como o aumento de emissão de CO₂ para a atmosfera.

Tendo em conta a instabilidade dos preços do gás e do petróleo, alguns países utilizam novamente o carvão como reserva energética apesar de esta ser a mais poluente das tecnologias de aproveitamento energético.

Por consequência destes aspetos negativos é imprescindível adotar um novo modelo que se baseie na eficiência energética e na utilização das energias renováveis.

De modo a inverter a tendência do consumismo em grande escala criou-se um compromisso de vários países com o objetivo de reduzir as emissões de CO₂. Este compromisso denominou-se protocolo de *Kyoto*, que tinha como meta a diminuição em 5,2% até 2012 de emissões de gases com efeito estufa, tendo por base o nível de emissões em 1990. Denote-se que muitos países fixaram um período mais alargado e redefiniram objetivos em linha com as últimas recomendações internacionais referentes à estabilização da concentração de CO₂ a níveis de 450 partes por milhão. (Schneider Electric, 2009)

No caso particular tem-se a União Europeia que em Março de 2007 confirmou o compromisso de alcançar uma redução de vinte por cento antes de 2020 nos seus Estados-membros, conhecido como “3 x 20”, ou seja 20% de redução das emissões de CO₂, que consiste em melhorar 20% os níveis de Eficiência Energética e 20% da produção de energia através de energias renováveis. (Schneider Electric, 2009)

Na eventualidade de um acordo internacional após *Kyoto*, o compromisso de menos 20% poderá passar para menos 30% e em alguns países europeus preparam o compromisso de em 2050 o nível de emissões ser reduzido até 50%. (Schneider Electric, 2009)

Assim, as políticas de Eficiência Energética estarão presentes durante um período de tempo alargado.

No mundo foram implementados vários tipos de legislação, que obrigam as empresas na adoção de comportamentos ambientais e de Eficiência Energética, criando incentivos fiscais e financeiros.

Esta legislação afeta todos os sectores, não só nas instalações e nos novos edifícios, mas também nos edifícios existentes. Isto leva a que a utilização de equipamentos energeticamente eficientes e planos de melhoria de Eficiência Energética não seja mais

uma opção, mas sim, uma obrigação. Consequentemente cada país tem de implementar a legislação local e os esquemas de incentivos com impactos financeiros os quais não poderão jamais ser ignorados.

À posterior do protocolo de *Kyoto*, as Nações Unidas incentivaram todos os Governos mundiais a assumirem as suas responsabilidades. Em Banguécoque os representantes de 120 países chegaram a acordo, definindo um documento que delineia as estratégias a serem seguidas pelos países para limitar a emissão de gases e o consequente aquecimento global. (Isolani, 2008)

A *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) com o seu quarto relatório de avaliação, estima que em 2020 as emissões de CO₂ a partir da utilização de energia em edifícios podem ser reduzidas em 29% sem custos para a rede. (BCSD Portugal, 2010)

Várias diretivas foram definidas na União Europeia para que o nível de emissões de poluentes diminuísse.

A Diretiva 2006/32/CE (Eficiência do Uso Final de Energia e Serviços de Energia) tem como objetivo aumentar a eficiência do uso final da energia e aplicar aos distribuidores de energia, operadores de sistemas de distribuição e empresas de venda de energia bem como aos utilizadores finais. Proporcionar também mecanismos de incentivos financeiros e legais necessários para derrubar barreiras e imperfeições de mercado que impeçam um uso eficiente de energia. Através destas medidas esperasse uma poupança de energia nacional na ordem dos 9% após o nono ano de aplicação da diretiva (até 2016), através de uma redução anual média de um 1% no consumo. (Isolani, 2008)

Esta, ainda define que os Estados-Membros devem assegurar a disponibilidade de esquemas de auditorias de energia eficazes e de alta qualidade, concebidos a identificar medidas de aumento de eficiência energética.

A diretiva n.º 2006/32/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, (relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos), estabelece também que os Estados membros da União Europeia devem criar condições para a promoção e desenvolvimento de um mercado dos serviços energéticos. Verificando-se assim, o desenvolvimento de medidas de melhoria da eficiência energética destinadas aos consumidores finais. Contudo, incita os Estados membros a adotar e a prosseguir um objetivo global nacional indicativo de economias de energia de 9% para 2016 e, ainda, a promover os mecanismos, incentivos e quadros institucionais, financeiros e jurídicos necessários a ultrapassar os atuais constrangimentos e lacunas do mercado que impedem uma melhor eficiência na utilização final de energia através da penetração de equipamentos de baixo consumo e

de medidas de racionalização do consumo de energia a adotar pelos consumidores finais. (Parlamento Europeu, 2006)

No que concerne à diretiva 2002/91/CE (Desempenho Energético de Edifícios), esta impõe aos Estados-Membros a emissão de certificados energéticos para edifícios. Assenta em pontos importantes, como a criação de um método de cálculo comum do desempenho energético integrado dos edifícios, na definição de padrões mínimos de desempenho energético e certificação energética em edifícios novos e existentes e a inspeção regular de caldeiras e sistemas de ar condicionados em edifícios e avaliação da eficiência energética dos sistemas de aquecimento central com caldeiras que tenham mais de 15 anos. (Isolani, 2008)

A revisão da diretiva 2002/91/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro de 2002, (relativa ao desempenho energético dos edifícios), prevê que todos os edifícios novos em 2020 tenham um consumo energético próximo de zero “low energy”. (Parlamento Europeu, 2002)

2.1.2. Eficiência Energética em Portugal

Portugal tem uma grande dependência de energias fósseis importadas devido a só ter uma produção de apenas quinze por cento de energia que consome. Com estas situações tem-se verificado consequências diretas na economia, uma vez que o custo dos combustíveis fósseis importados é muito alto, o que por sua vez encarece a produção de bens e serviços em território nacional.

Agravando esta situação, tem-se a utilização pouco eficiente da energia, o que se traduz em ameaças preocupantes para o país, seja do ponto de vista económico, social ou ambiental. Logo o aumento da eficiência no consumo de energia e o aproveitamento do potencial de energias renováveis, que em Portugal é assinalável, com destaque para a energia solar, eólica e hídrica como se pode ver na figura 2.6, torna-se no ponto forte para a redução do consumo e por consequência a diminuição da importação de energia fóssil.

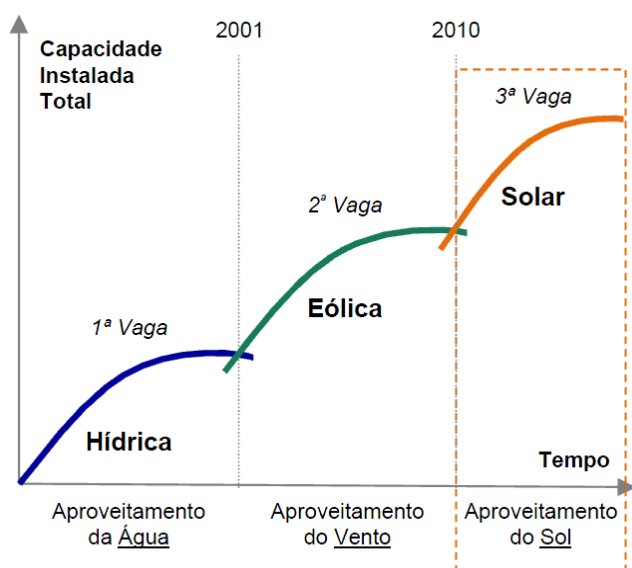


Figura 2.6: Vagas de Desenvolvimento da Política de Renováveis em Portugal
Fonte: (MEID, DGEG)

Como é visto no ponto anterior, a diretiva n.º 2006/32/CE, do Parlamento Europeu, relativamente à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos, deliberou o dever dos Estados-Membros a publicarem um plano de Ação para a eficiência energética. Esse plano contém metas de pelo menos um 1% de poupança de energia por ano até 2016 e permitindo assim conter o crescimento da fatura energética em um por cento por ano até 2015. (ADENE, 2009)

Segundo Rui Castro, Portugal conta com dois documentos de definição estratégica nacional para o horizonte de 2020, a Estratégia Nacional para a Energia 2020 (ENE) e o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE). (Castro, 2011)

O plano aprovado reúne um conjunto alargado de programas e medidas fundamentais o que leva ao alcance e superação dos objetivos fixados no âmbito da referida diretiva.

No PNAEE está representado três programas de eficiência energética aplicados a edifícios residencial e de Serviços. Relativamente aos edifícios de serviço, o programa é mais específico (o que se aplica ao tema de investigação), uma vez que consiste no agrupar de medidas que resultam do processo de certificação energético nos edifícios. Essas medidas são acerca do isolamento, vãos envidraçados e sistemas energéticos.

Também foi criado um programa chamado “renováveis na hora” onde surgem incentivos para o aumento da utilização de energias endógenas nos edifícios, ou seja, procura dinamizar e promover a microprodução de energia elétrica utilizando assim fontes renováveis de energia, contudo, existem ainda outras medidas como a “Medida Solar Térmico 2009” que por sua vez permite melhorar a eficiência energética da

produção de água quente que corresponde em geral a grande parte das necessidades de energia das habitações.

Em Portugal como nos restantes Estados-Membros, o peso dos edifícios na fatura energética é de 40%, assim o PNAEE é identificado com um potencial enorme para a redução desse consumo tendo um papel relevante para essa diminuição. (ADENE , 2009)

Para potenciar mais a capacidade de redução da fatura energética, foi publicada a diretiva 2002/91/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro de 2002, relativa ao desempenho energético dos edifícios.

Em relação a Portugal, uma das grandes alterações que se verificaram com a publicação desta diretiva foi a criação do Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior (SCE), que entrou em vigor a 1 de Julho de 2007.

Através do PNAEE com o nome de “Portugal Eficiência 2015”, foram definidos 12 Programas alargados de modo atuar nas várias vertentes de eficiência energética, metas a serem atingidas até 2015 tendo em conta a nova legislação. (ADENE , 2009)

Tabela 2.1: Plano Nacional de ação energética em Portugal

Programas e Medidas			Impactos (tep)		Metas			
Designação da medida	Código da medida	Descrição	Cenário intermédio 2010	2015	Indicadores	Actual	2010	2015
Edifícios Residenciais	R&S5M1	Alcançar nos novos edifícios quotas mínimas por classes eficientes. Programas para a remodelação do parque com necessidades de reparações.	34.792	94.436	Nº certificados emitidos		170.308	475.159
Edifícios de Serviços	R&S5M2	Alcançar nos novos edifícios quotas mínimas por classes eficientes. Aumento da penetração de sistemas de cogeração. Implementação de solar térmico e de microprodução em escolas.	32.561	98.386	Nº certificados emitidos		9.427	22.705
TOTAL			67.353	192.822				

As medidas (tabela 2.1) são focadas essencialmente na implementação de novas tecnologias e inovações quer no sector residencial, de serviços, industria e transportes. Contendo ainda uma incidência de medidas nas áreas de comportamento sociais de incentivos e de fiscalidade. Estas medidas permitem alcançar 10% de eficiência energética até 2015 (figura 2.7). (Gonçalves, 2010)

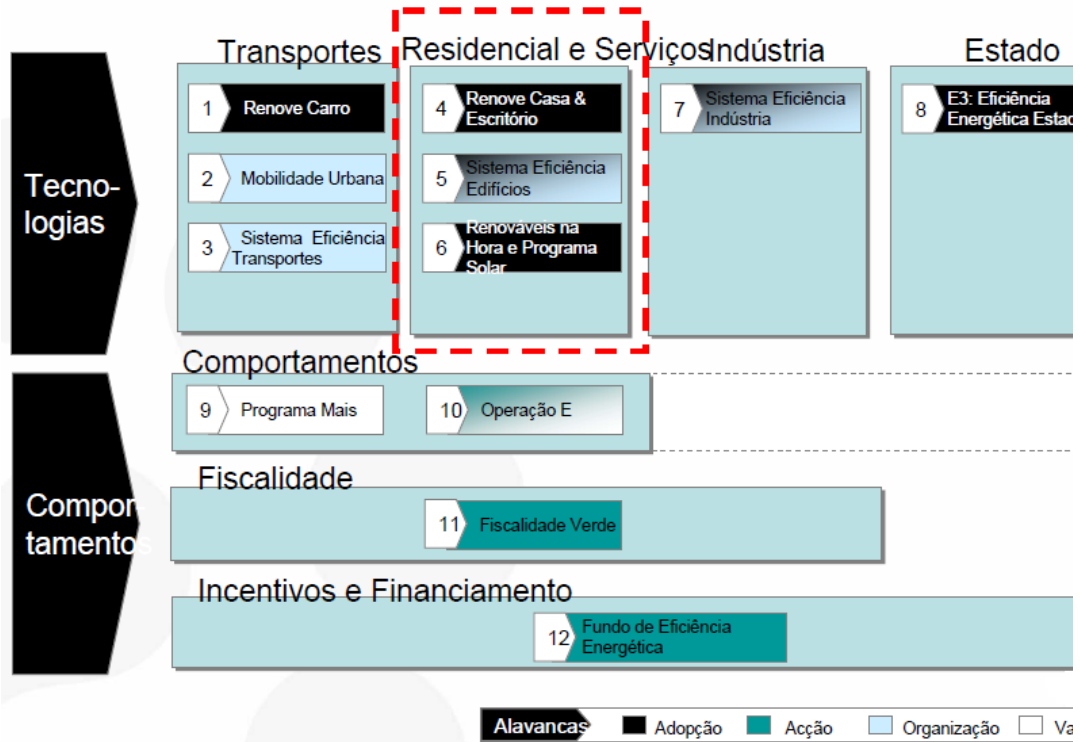


Figura 2.7: As 12 etapas do Programa Portugal Eficiência 2015

2.1.3. Certificação energética

Certificação Energética e Ar Interior EDIFÍCIOS

Nº CER: CE000000129626

CERTIFICADO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR

TIPO DE FRACÇÃO/EDIFÍCIO: EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO SEM SISTEMA(S) DE CLIMATIZAÇÃO

Morada / Localização: São da Quinta - Casque

Localidade: Casque Freguesia: Casque

Concelho: Santa Cruz Região: Região Autónoma da Madeira

Data de emissão: 25/03/2020 Data de validade: 05/03/2021

Nome do perfil qualificado: Patrícia Nunes Ferreira Sobrinho de Carvalho Número do perfil qualificado: P000163

Imóvel descrito na: 1ª Conservatória do Registo Predial de: Santa Cruz (Madeira)

400 o nº: 184720226 Art. matricial nº: 6021 Fogo/Fracção autón. AS

Este certificado resulta de uma verificação efectuada no edifício ou fracção autónoma por um perito devidamente qualificado para o efeito, em virtude dos requisitos previstos no Regulamento de Certificação Energética dos Edifícios (RECE), Decreto-Lei nº 101/2017, de 14 de Junho, e respetiva alteração, em vigor, no âmbito do regime de eficiência energética. Este certificado permite identificar possíveis medidas de melhoria de desempenho energética e funcional autónoma ou edifício, suas partes e respectivos sistemas energéticos e de ventilação, no que respeita ao desempenho energético e à qualidade do ar interior. Para verificar o estado do presente certificado consulte www.edificios.gov.pt

1. ETIQUETA DE DESEMPENHO ENERGÉTICO

INDICADORES DE DESEMPENHO

Necessidades anuais globais estimadas de energia primária para climatização e águas quentes: 8,68 kgep/m².ano

Valor limite máximo regulamentar para as necessidades anuais globais de energia primária para climatização e águas quentes (limite inferior de classe B⁺): 7,79 kgep/m².ano

Emissões anuais de gases de efeito de estufa associadas à energia primária para climatização e águas quentes: 0,4 toneladas de CO₂ equivalentes por ano

CLASSE ENERGÉTICA

A, A+, B, B+, C, D, E, F, G

2. DESAGREGAÇÃO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL

Necessidades nominais de energia útil para:	Valor estimado para as condições de conforto térmico de referência	Valor limite regulamentar para as necessidades anuais
Aquecimento	33,56 kWh/m².ano	20,16 kWh/m².ano
Arrefecimento	8,72 kWh/m².ano	22 kWh/m².ano
Preparação das águas quentes sanitárias	88,67 kWh/m².ano	54,89 kWh/m².ano

NOTAS EXPLICATIVAS

As necessidades nominais de energia útil correspondem à soma prevista de quantidade de energia que terá de ser consumida por m² de área útil do edifício ou fracção autónoma para manter o edifício ou fracção autónoma em condições de conforto térmico e para preparar as águas quentes sanitárias necessárias ao ocupante. Os valores foram determinados em condições normativas de referência, considerando o uso previsto para todos os espaços e padrões de comportamento dos utilizadores.

As necessidades nominais globais de energia primária estimadas resultam da aplicação de fatores de correção às necessidades nominais de energia útil em função do tipo de sistema de produção de energia e da eficiência dos equipamentos utilizados para a produção de energia primária (incluindo a eficiência dos equipamentos de produção de energia e a eficiência dos sistemas de distribuição de energia).

A classe energética resulta da comparação das necessidades anuais globais estimadas e do limite máximo regulamentar para as necessidades anuais globais de energia primária para climatização e águas quentes (limite inferior de classe B⁺).

O valor máximo regulamentar para as necessidades anuais globais de energia primária para climatização e águas quentes resulta da aplicação de fatores de correção às necessidades nominais de energia útil em função do tipo de sistema de produção de energia e da eficiência dos equipamentos utilizados para a produção de energia primária (incluindo a eficiência dos equipamentos de produção de energia e a eficiência dos sistemas de distribuição de energia).

As emissões de CO₂ equivalentes resultam da quantidade anual estimada de gases de efeito de estufa que podem ser libertados em resultado da conversão de uma quantidade de energia primária que se requer para manter o edifício ou fracção autónoma em condições de conforto térmico e para preparar as águas quentes sanitárias necessárias ao ocupante.

A classe energética resulta da comparação das necessidades anuais globais estimadas e do limite máximo regulamentar para as necessidades anuais globais de energia primária para climatização e águas quentes (limite inferior de classe B⁺).

O valor máximo regulamentar para as necessidades anuais globais de energia primária para climatização e águas quentes resulta da aplicação de fatores de correção às necessidades nominais de energia útil em função do tipo de sistema de produção de energia e da eficiência dos equipamentos utilizados para a produção de energia primária (incluindo a eficiência dos equipamentos de produção de energia e a eficiência dos sistemas de distribuição de energia).

Para mais informações consulte o Regulamento de Certificação Energética dos Edifícios (RECE), Decreto-Lei nº 101/2017, de 14 de Junho, e respetiva alteração, em vigor, no âmbito do regime de eficiência energética. Para mais informações consulte www.edificios.gov.pt

Elaborado por: **AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE**

Coordenado por: **AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE**

Figura 2.8: Exemplo do Certificado Energético

Com a entrada em vigor do Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE) resultante da transposição da Diretiva 2002/91/CE, do Parlamento Europeu de 16 de Dezembro, relativa ao desempenho energético dos edifícios verificou-se a implementação dos Estados-Membros de um sistema de certificação que permita informar os cidadãos sobre a qualidade térmica dos edifícios aquando da sua construção, reabilitação, venda ou arrendamento. O mesmo deverá ser possível em relação aos grandes edifícios de serviços. (Isolani, 2008)

Uma das mais importantes alterações impostas pela diretiva é a apresentação de um Certificado Energético do Edifício (figura 2.8), que descreve a situação efetiva de desempenho energético de um edifício e inclui o cálculo dos consumos de energia previsto segundo o regulamento, devendo ainda ser exposto de forma clara, para efeitos de divulgação.

Desta forma, a certificação energética permite obter um melhor conhecimento sobre o edifício, uma vez que além do aspeto informativo muito útil para futuros compradores do edifício, a aplicação do certificado energético traz ainda outra vantagem que é a verificação do cumprimento das condições estipuladas nos projetos são realmente cumpridas. O certificado é um documento onde informa o cliente de uma forma simples e direta.

Este obtém-se após peritagem dos técnicos especializados, onde procuram descrever o desempenho energético do edifício quer seja habitacional ou de serviços. São baseados na classe energética, que é obtida através do cálculo do consumo global de energia do edifício sob condições nominais.

De acordo com a transposição da norma Europeia para o caso de Portugal, este certificado é obrigatório, tendo em vista a obtenção de licenças de utilização em edifícios novos, assim como realização de obras de reabilitação de valor superior a 25% do valor do edifício. No caso de venda ou aluguer o proprietário tem de apresentar o certificado emitido no âmbito do SCE. No Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) especifica-se a obrigatoriedade deste certificado para edifícios de serviços sujeitos periodicamente a auditorias. (Isolani, 2008)

Nos edifícios já existentes, a certificação energética destina-se a proporcionar informação sobre as medidas de melhoria de desempenho energético, bem como a sua viabilidade económica. Através destas medidas de melhoria o proprietário pode reduzir as despesas de fatura energética e simultaneamente, melhorar a eficiência energética do edifício.

O certificado energético emitido pela Agência para a energia (ADENE), possui um prazo de validade máximo de 10 anos, exceto para os edifícios de serviços com mais de

1000m², para os quais a revisão será feita em intervalos de tempo mais curtos no âmbito do RSECE. (Isolani, 2008)

Segundo o regulamento deve-se efetuar periodicamente auditorias energéticas e auditorias à QAI, de forma a verificar se o consumo de energia se encontra dentro dos valores estipulados. Caso este seja superior ao valor máximo fixado pelo RSECE, é necessário elaborar um plano de racionalização energética (PRE).

A face mais visível deste certificado emitido pelo perito qualificado é a classificação que lhe é atribuída em função do seu desempenho numa escala predefinida de 9 classes, desde A⁺ (elevada eficiência) a G (baixa eficiência). Desta forma é assegurada uma fácil interpretação por parte do consumidor como se constata na figura 2.9. (Isolani, 2008)

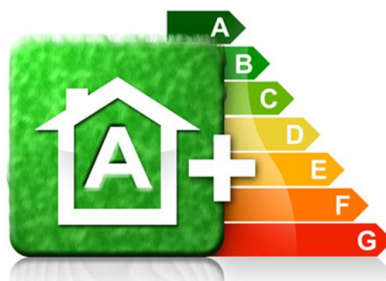


Figura 2.9: Níveis de classificação energética
Fonte: (UNITED DREAMS, s.d.)

Este documento também referencia potenciais medidas de melhoria de desempenho energético e do QAI. Estas medidas são devidamente estudadas pelo perito para o caso específico, sendo que o objetivo é garantir a redução da fatura energética e a redução de emissões de CO₂. Observa-se assim, o incentivo dos proprietários a promoverem primeiro aquilo que são as suas maiores necessidades. (ADENE , 2009)

Um fator relevante para a aplicação destas medidas é a disponibilização de incentivos que privilegiem as soluções que reduzam as necessidades de energia fóssil.

A implementação de medidas de melhoria tem sido facilitada pelos programas desenvolvidos no âmbito do PNAEE como já foi referido anteriormente, mas devido à conjuntura atual esses mesmos incentivos têm sido reduzidos e por vezes cancelados.

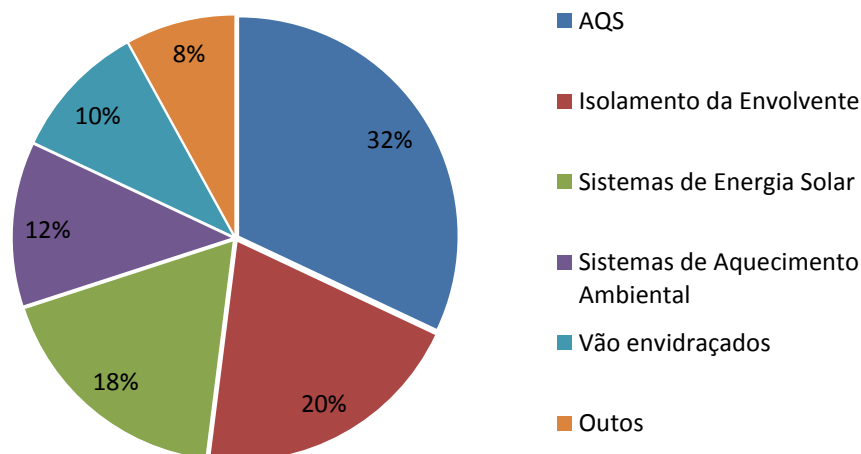


Figura 2.10: Propostas de medidas a implementar

De acordo com a informação extraída do SCE (figura 2.10) em média as propostas de medidas de melhoria incidem sobre sistemas de produção de água quente sanitária (32%), isolamento da envolvente (20%), sistemas de energia solar (18%), sistemas de aquecimento ambiente (12%), vãos envidraçados (10%) e outros (8%). (ADENE , 2009)

Um edifício que cumpra os mínimos exigidos pelos regulamentos será enquadrado na Classe energética B⁻. Ao passo que segundo a legislação antiga se o edifício cumprisse o regulamento obtinha uma classificação de um D.

Os peritos são os que conduzem o processo de certificação energéticos dos edifícios em articulação com a ADENE. Estes processos têm de estar em conformidade com a regulamentação ao nível do Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) e do RSECE. (Isolani, 2008) A qualificação destes peritos é obtida pela aquisição de dois diplomas aplicados ao RCCTE e ao RSECE. (ADENE , 2009)

Para que o SCE fosse possível criaram-se várias entidades de forma a controlar, fiscalizar e emitir os certificados. Essas entidades trabalham em conjunto e no organograma seguinte pode-se constatar a sua estruturação.

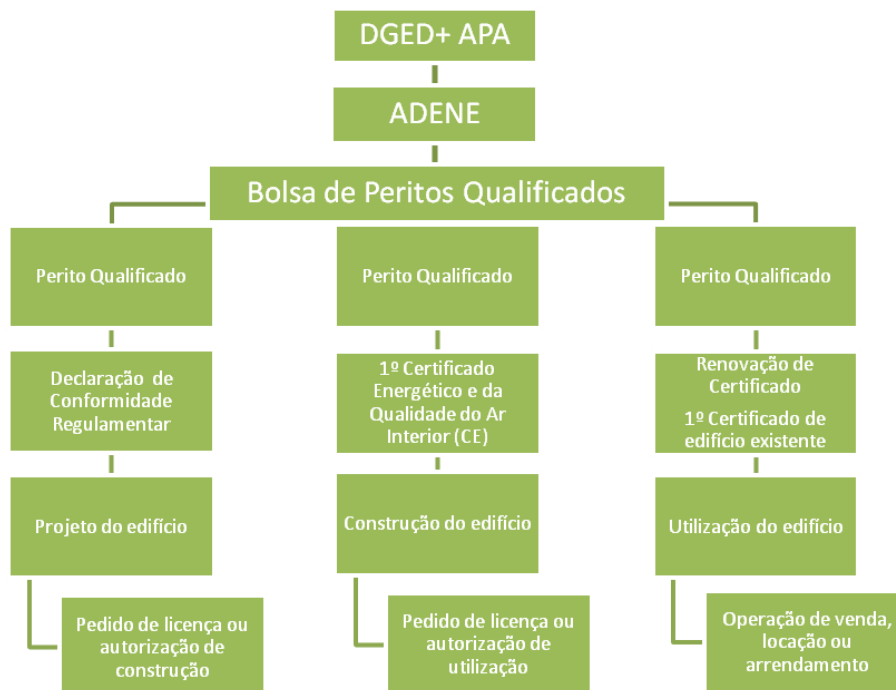


Figura 2.11: Organograma da estrutura do sistema de certificação energética em Portugal
 Fonte: (Isolani, 2008); Adaptação do Autor.

A entidade que efetua a gestão de todo o SCE é a ADENE. Esta entidade supervisiona os processos de certificação, os peritos qualificados e a emissão dos certificados. Relativamente à supervisão do SCE no que respeita à certificação e eficiência energética o responsável é a Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG).

2.1.3.1. Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE)

O SCE tem diversos objetivos, tais como:

- Assegurar a aplicação regulamentar, nomeadamente no que respeita às condições de eficiência energética, à utilização de sistemas de energias renováveis e, ainda, às condições de garantia da qualidade do ar interior, de acordo com as exigências e disposições contidas no RCCTE e no RSECE;
- Certificar o desempenho energético e a qualidade do ar interior nos edifícios;
- Identificar as medidas corretivas ou de melhoria de desempenho aplicáveis aos edifícios e respetivos sistemas energéticos, nomeadamente caldeiras e equipamentos de ar condicionado, quer no que respeita ao desempenho energético, quer no que respeita à qualidade do ar interior. (Ministério de Economia e da Inovação, 2006)

A Certificação Energética será obrigatória para os seguintes edifícios:

- Todos os novos edifícios a construir ou aqueles sujeitos a grandes intervenções de reabilitação, nos termos do RSECE e do RCCTE;
- Edifícios de serviços existentes, sujeitos a auditorias periódicas, conforme especificado no RSECE;
- Edifícios existentes, para habitação e para serviços, aquando da celebração de contratos de venda ou aluguer. (Ministério de Economia e da Inovação, 2006)

2.1.3.2. *Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE)*

Um conjunto de requisitos aplicáveis a edifícios de serviços e de habitação dotados de sistemas de climatização. Foram definidos pelo RSECE. Estes para além dos aspetos da qualidade da envolvente (paredes, envidraçados, pavimentos e coberturas) e da limitação dos consumos energéticos, agrupa a eficiência e manutenção dos sistemas de climatização dos edifícios, obrigando à realização de auditorias periódicas aos mesmos. Neste regulamento, a qualidade do ar interior surge também com requisitos que abrangem as taxas de renovação do ar nos espaços e a concentração máxima dos principais poluentes.

O RSECE estabelece:

- As condições a observar no projeto de novos sistemas de climatização, nomeadamente:
 - Os requisitos em termos de conforto térmico e de qualidade do ar interior e os requisitos mínimos de renovação e tratamento de ar que devem ser assegurados em condições de eficiência energética, mediante a seleção adequada de equipamentos e a sua organização em sistemas;
 - Os requisitos em termos da conceção, da instalação e do estabelecimento das condições de manutenção a que devem obedecer os sistemas de climatização, para garantia de qualidade e segurança durante o seu funcionamento normal;
 - A observância dos princípios da utilização racional da energia e da utilização de materiais e tecnologias adequadas em todos os sistemas energéticos do edifício, na ótica da sustentabilidade ambiental;
- Os limites máximos de consumo de energia nos grandes edifícios de serviços existentes;
- Os limites máximos de consumo de energia nos grandes edifícios de serviços existentes;

- Os limites máximos de consumos de energia para todo o edifício e, em particular, para a climatização, previsíveis sob condições nominais de funcionamento para edifícios novos ou para grandes intervenções de reabilitação de edifícios existentes que venham a ter novos sistemas de climatização abrangidos pelo presente Regulamento, bem como os limites de potência aplicáveis aos sistemas de climatização a instalar nesses edifícios;
- As condições de manutenção dos sistemas de climatização, incluindo os requisitos necessários para assumirem a responsabilidade pela sua condução;
- As condições de monitorização e de auditoria de funcionamento dos edifícios em termos dos consumos de energia e da qualidade do ar interior;
- Os requisitos, em termos de formação profissional, a que devem obedecer os técnicos responsáveis pelo projeto, instalação e manutenção dos sistemas de climatização, quer em termos da eficiência energética, quer da qualidade do ar interior (QAI). (Ministério das Obras Públicas T. e., 2006)

2.1.3.3. *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)*

O RCCTE direciona-se para os edifícios de habitação e de serviços sem sistemas de climatização centralizados. No que concerne ao cálculo das necessidades de aquecimento e arrefecimento e na verificação efetiva e sistemática dos requisitos regulamentares, este diploma é mais exigente que a versão anterior. Também apresenta uma estratégia para a definição de um valor limite das “Necessidades Energéticas”, englobando aquecimento, arrefecimento e preparação das Águas Quentes Sanitárias (AQS) em função da tipologia dos edifícios e da zona climática. A obrigatoriedade de painéis solares térmicos, dependendo dos casos, está contemplada neste diploma. No entanto, a referência aos requisitos necessários para a sua integração urbanística e os aspetos de sustentabilidade ambiental ligados ao fabrico dos mesmos não se observa.

O presente Regulamento estabelece as regras a observar no projeto de todos os edifícios de habitação e dos edifícios de serviços sem sistemas de climatização centralizados de modo que:

- As exigências de conforto térmico, seja ele de aquecimento ou de arrefecimento, e de ventilação para garantia de qualidade do ar no interior dos edifícios, bem como as necessidades de água quente sanitária, possam vir a ser satisfeitas sem dispêndio excessivo de energia;
- Sejam minimizadas as situações patológicas nos elementos de construção provocadas pela ocorrência de condensações superficiais ou internas, com

potencial impacto negativo na durabilidade dos elementos de construção e na qualidade do ar interior. (Ministério das Obras Públicas T. e., 2006)

Ao longo do tempo de vida de um edifício a aplicação destes regulamentos é realizada em várias etapas, sendo essa verificação executada pelo perito devidamente qualificado para o efeito. O ponto fulcral deste trabalho será o Certificado Energético e da Qualidade do Ar Interior emitido pelo perito para cada edifício, onde o mesmo será classificado em função do seu desempenho numa escala predefinida de 9 classes (A+ a G).

Segundo o RCCTE, a forma de cálculo para a classificação energética dos edifícios, realiza-se através do quociente entre as necessidades anuais estimadas de energia primária, para climatização e águas quentes sanitárias e o valor limite estabelecido para cada região.

2.1.3.4. Fatores que influenciam a classificação energética

A eficiência energética de um edifício diminui ao longo do tempo, traduzindo ao mesmo tempo num aumento de necessidade de utilização de energia, onde o edifício tornasse cada vez mais insustentável, o que resulta numa necessidade de reduzir os consumos de energia dos próprios edifícios devido aos gastos sobre elevados.

Deste modo torna-se vital a redução do consumo de energia, que pode ser efetuado seguindo vários aspetos, tais como a melhoria das suas características construtivas, levando assim à diminuição das perdas de energia que por sua vez reduz as carências energéticas em aquecimento e arrefecimento. No sentido de reduzir os consumos energéticos na utilização dos equipamentos, torna-se fundamental utilizar equipamentos energeticamente mais eficientes e medidas de gestão da procura.

Como já referido os sistemas de aquecimento, arrefecimento e iluminação são os principais responsáveis pela fatura energética do edifício. Assim, os sistemas de climatização de aquecimento e arrefecimento devem estar devidamente dimensionados para o controlo das condições ambientais no interior dos edifícios e apresentar as condições favoráveis para um desempenho eficiente. Nomeadamente, nos sistemas de climatização pode-se reduzir a fatura energética de varias formas, tais como regulação dos parâmetros de combustão das caldeiras de modo a que o valor do excesso de ar seja o mais apropriado, a substituição de caldeiras obsoletas por novas e mais eficientes corretamente dimensionadas às necessidades do edifício, uma manutenção periódica das caldeiras, bem como uma regulação dessas mesmas na temperatura adequada evitando o aquecimento excessivo.

No que concerne aos sistemas de aquecimento deverá utilizar-se sempre que possível um sistema centralizado para a climatização e produção de águas quentes. A radiação solar é outro recurso que pode ser utilizado uma vez que tem a capacidade de converter-se em energia térmica através da utilização de coletores solares para AQS.

O critério de eficiência energética deve ser o parâmetro da seleção dos equipamentos de arrefecimento, sendo que, os equipamentos de ar condicionado devem possuir um COP (coeficiente performance) elevado.

A iluminação nos edifícios institui uma parte importante o que obriga à introdução de soluções energeticamente mais eficientes e compensatórias em termos económicos e de conforto. Esta prescreve várias medidas e tecnologias que permitem uma redução do consumo, como a substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas ou tubulares, o que leva a atingir economias na ordem dos 75%, também a substituição de balastos ineficientes por balastos eletrónicos permitindo assim poupanças cerca de 20%. As lâmpadas que são recomendadas para à instalação devido á sua eficiência e baixo consumo são as lâmpadas T5. Também a utilização de sensores de presença nos corredores e nos quartos de banho, a regularidade da limpeza das lâmpadas, refletores e difusores, ajuda a uma redução da fatura energética bem como a duração da luminária. (Isolani, 2008)

Importa salientar os equipamentos de escritório sendo que, têm um contributo significativo na fatia dos consumos, devido a estes, estarem associados à utilização de equipamentos que tem aumentado consideravelmente com a evolução dos tempos.

O uso contínuo de equipamentos informáticos traduz num aproveitamento económico de energia existente onde este pode ser bastante elevado através da seleção e aquisição de equipamentos energeticamente eficientes. Como exemplo verifica-se os equipados com *Energy-Strar*. Ou seja, substitui computadores de secretaria por computadores portáteis pode conduzir a uma poupança de energia até oitenta por cento e substituir monitor *cathode ray tube* (CRT) convencionais por *liquid crystal display* (LCD) conduz a economias de energia até cinquenta por cento. (Isolani, 2008)

Soluções construtivas que garantem um baixo coeficiente de transmissão térmico:

- Recorrer a sistemas solares passivos;
- Adotar envidraçados e sombreamentos que permitam minimizar os ganhos térmicos no verão e maximizá-los no inverno;
- Garantir parâmetros mínimos de renovação de ar com recurso à recuperação de calor;
- Aproveitamento de energias renováveis nomeadamente coletores solares térmicos;
- Recorrer a sistemas de climatização eficientes.

Alem dos pontos constatados anteriormente, nos edifícios de serviços existem também aspetos que são importantes de referir, sendo que obtém uma elevada classe de eficiência energética como é o caso dos sistemas de iluminação e climatização.

A existência dos coletores solares térmicos, nos edifícios habitacionais é determinantes para alcançar uma boa classificação energética, pois permitem reduzir até 70% do consumo médio anual de energia final para o AQS. (ADENE , 2009)

Existem três grandes abordagens para a neutralidade energética, sendo estas as seguintes:

- Reduzir a procura de energia nos edifícios utilizando, por exemplo, equipamentos mais eficientes;
- Produção local de energia a partir de fontes renováveis ao contrário do desperdício de recursos energéticos;
- Partilhar energia criada em excesso nos edifícios e que possam alimentar uma rede inteligente de infraestruturas.

Visto que os coletores solares térmicos captam a energia do sol e transformam-na em calor que por sua vez aquece a água, estes são um dos sistemas mais acessíveis para aquecimento de água. Estes sistemas (figura 2.12) permitem poupar até setenta por cento da energia necessária para o aquecimento de água.

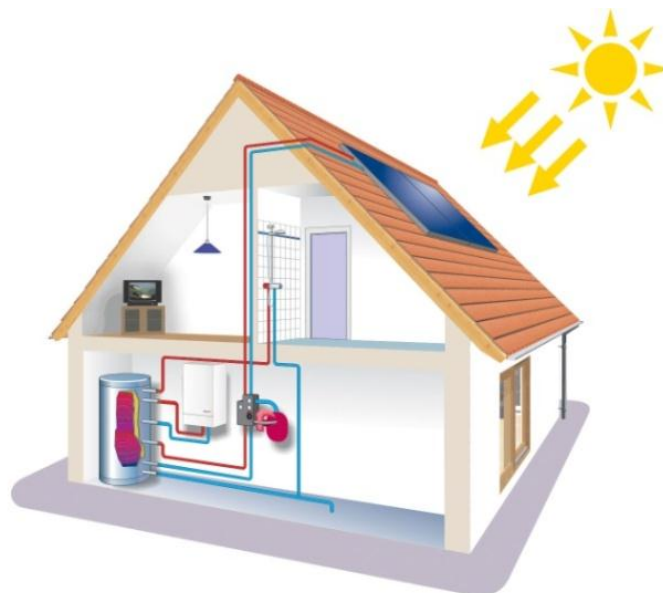


Figura 2.12: Exemplo de um sistema solar térmico
Fonte: (Absolute Solar, s.d.)

CAPÍTULO 3 – AUDITORIA ENERGÉTICA AO EDIFÍCIO DA ICUF



Certificação Energética e de Interior EDIFÍCIOS

CERTIFICADO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR

TIPO DE FRACÇÃO/EDIFÍCIO: GRANDE EDIFÍCIO DE SERVIÇOS

Morada: 1, Construção S. Paulo, da S. João, 373

Localidade: Benfca da Horta | Freguesia: BENFCA DA HORA

Concelho: MATOSINHOS | Póvoa: Póvoa Continental

Data de emissão: 30/05/2011 | Data de validade: 30/05/2013

Nome do perito qualificado: João Carlos Malhó Mendes | N.º de PQ: PQ01045

Involú descrito na Conservatória do Registo Predial de Matosinhos, sob o n.º 2228, Aut. matrícula n.º 5962, Freguesia de Benfca da Horta.

1. ETIQUETA DE DESEMPENHO ENERGÉTICO

INDICADORES DE DESEMPENHO

Valor do Indicador de Eficiência Energética nominal (EE) em kWh/m² ano	30,22	kgpe/m² ano
Valor do Indicador de Eficiência Energética de referência (E _{ref}) para edifícios novos (limite inferior de classe E)	27,85	kgpe/m² ano
Valor do Indicador de Eficiência Energética correspondente a limite de classe A*	10,42	kgpe/m² ano
Emissões anuais de gases de efeito de estufa associadas ao ICE nominal	49,4	toneladas de CO ₂ equivalente por ano

CLASSE ENERGÉTICA

A B C D E F G

2. QUALIDADE DO AR INTERIOR (QAI)

O presente Involú cumpre com os requisitos aplicáveis estabelecidos no D.L. 79/2005 de 4 de Abril relativamente à qualidade do ar interior. Conforme aplicável, estas medidas visam, através da verificação das condições de projeto ou de realização de outras particularidades, assegurar a eficácia no longo prazo das condições adequadas para que as concentrações de poluentes no ar interior sejam inferiores ao máximo de referência, salvaguardando assim a saúde dos seus ocupantes.

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE

3.1. Diagnóstico Energético do ICUF, Caracterização do Edifício

Neste ponto pretende-se caracterizar os consumos energéticos associados ao edifício do Instituto CUF Diagnóstico e Tratamento, situado em Matosinhos.

As instituições de saúde apresentam no entanto um fator desfavorável ao nível da maximização da racionalização dos consumos. Apesar dos equipamentos hospitalares serem uma grande parcela em termos de consumo energético, a otimização destes não é possível, logo não serão referidas no âmbito desta dissertação.

Deste modo centrar-se-á esta investigação nos restantes grupos consumidores, sendo estes o AVAC, iluminação e consumos de água. Neste ponto, também se referenciará a caracterização e a regulamentação do edifício, naquilo que tem que respeitar, e na classificação obtida no certificado energético, bem como no diagnóstico energético do mesmo.

O instituto CUF diagnóstico e tratamento, inaugurado em 2007, localiza-se na Rua Fonte das Sete Bicas, nº170, 4460-188 Senhora da Hora, Matosinhos, em frente à estação de Metro Sete Bicas, sendo a primeira Unidade do José de Mello Saúde no Norte do país. Este instituto é uma unidade de ambulatório de elevado perfil tecnológico e dispõe de bloco de cirurgia ambulatória, consultas de especialidade, uma oferta alargada de exames e um parque de estacionamento.



Figura 3.1: Localização, Hospital da ICUF
Fonte: (EDP, 2012)

Esta unidade de saúde é constituída por 4 pisos abaixo do solo e 5 pisos acima do solo, dividindo-se por uma área bruta de aproximadamente 21000m². O quadro seguinte representa a dissociação da área bruta do edifício em cada um dos pisos.

3.1.1. Listagem Dos Principais Equipamentos

Tabela 3.1: Área de cada piso e sua constituição
Fonte: (EDP, 2012); Adaptação do Autor

Piso	Valências	Área (m ²)
Piso Técnico	Áreas Técnicas de equipamentos	1100
Piso Recuado	Administração Auditório Restaurante Cirurgia Bariátrica Endocrinologia Ginecologia Obstetrícia Incontinência Neurocirurgia Exames Neurofisiologia Psiquiatria Urologia	1100
Piso 3	Cirurgia Ambulatória Internamento Gastroenterologia Hemodiálise Nefrologia Lasik	1950
Piso 2	Cirurgia Vasculuar Dermatologia Hospital de dia Oncologia Médica Medicina Dentária Oftalmologia	1800
Piso 1	Imagiologia (RX, Ecografia, Mamografia, Dexa, TC e RM)	1800
Piso 0	Receção Geral Saída Cafeteria Análises Clínicas Cardiologia Cirurgia Geral Unidade da Mama Cirurgia Plástica Fisiatria Imunoalergologia Medicina Geral e Familiar Medicina Interna Neurologia Otorrinolaringologia Ortopedia Pneumologia Reumatologia	1950
Piso -1	Medicina Nuclear e PET Radioterapia Oncologia Clínica	3600
Piso -2	Estacionamento	2800
Piso -3	Estacionamento	2450
Piso -4	Estacionamento	2450
	Área Total	21000

De seguida são apresentados os principais equipamentos consumidores de energia elétrica e de gás. De salientar que existem dificuldades de acesso a determinadas zonas. Por consequência, os equipamentos situados nestas áreas não serão contemplados no estudo, tais como os relacionados com a cozinha e cafeteria.

3.1.1.1. Equipamentos De Produção Térmica

A Produção Térmica no edifício é composta pelos seguintes equipamentos:

- Uma central de produção de frio para arrefecimento, constituída por 2 *chillers* do tipo ar-água, instalados na cobertura, que servem a generalidade do edifício; estes *chillers* perfazem uma potência térmica de arrefecimento de 2000 KW, quando em funcionamento na carga máxima;

- Uma outra central de produção de frio, constituída por dois *mini-chillers* do tipo ar-água com uma potência térmica de arrefecimento aproximada de 70 KW, que se encontra afeto à radioterapia;
- Uma central de produção de quente para aquecimento de água que é constituída por 2 caldeiras equipadas com queimadores a gás natural, com uma potência térmica total de 1600 KW; estas caldeiras fazem, igualmente, produção de AQS. (EDP, 2012)

O edifício conta ainda com algumas unidades do tipo *split*, que servem alguns pequenos locais mais específicos no que toca a necessidades térmicas. Estes *splits* perfazem um total de aproximadamente 40 KW.

No anexo I identifica-se o quadro 1 que sintetiza as principais características dos *chillers* e das caldeiras.

3.1.1.2. Equipamentos De Distribuição Térmica

No que diz respeito aos equipamentos de Distribuição Térmica, são definidas as características técnicas das bombas de circulação existentes na instalação, que realizam a distribuição de água quente e fria, para os diversos sistemas de climatização.

No anexo I encontra-se o quadro 2 e 3 onde se apresenta as principais bombas circuladoras do circuito de aquecimento ambiente e produção de água quente sanitária e as principais características das bombas de arrefecimento.

De referir que os corpos de algumas bombas circuladoras não estavam acessíveis, razão pela qual não se apresentam os modelos de algumas bombas ou motores.

3.1.1.3. Equipamentos De Tratamento Térmicos

Os equipamentos que estão instalados no edifício para tratamento ambiente são do tipo:

- Ventiloincutores de instalação no interior do teto falso, de funcionamento a 2 e 4 tubos para a generalidade dos espaços;
- Unidades de baixo perfil de instalação no interior do teto falso;
- Unidades de tratamento de ar e unidades de tratamento de ar novo;

No anexo I encontra-se o quadro 4 onde apresentam-se as principais características das unidades de tratamento de ar e unidades de tratamento de ar novo existentes no

edifício. Por questões inerentes ao local de montagem dos Ventiloinvectores e unidades de baixo perfil, não são referenciadas as características destes equipamentos.

3.1.2. Iluminação

As lâmpadas utilizadas no edifício são de diferentes tipos, nomeadamente:

- Lâmpadas tubulares fluorescentes tipo T8
- Lâmpadas tubulares fluorescentes tipo T5
- Lâmpadas de iodetos metálicos
- Lâmpadas fluorescentes compactas
- Lâmpadas de halogéneo

No anexo I encontra-se o quadro 4 onde constata os tipos e quantidades de lâmpadas (aproximada) que se encontram na totalidade do edifício, assim como a respetiva potência unitária de cada lâmpada.

3.1.3. Equipamentos Locais

Os equipamentos que este subcapítulo representa são os seguintes:

- Computadores tipo *Desktop*
- Computadores tipo *Laptop*
- Impressoras
- Fotocopiadoras (multifunções)
- Televisões

No anexo I observa-se o quadro 6 onde representa a quantidade dos equipamentos anteriormente identificados e a potência média aproximada de cada um, em funcionamento normal e em modo de *stand-by*.

O instituto CUF possui outros equipamentos que não estão descritos nesta dissertação, nomeadamente, uma bomba de calor desumidificadoras, central de ar comprimido, central de gases medicinais, central de vácuo, entre outros.

Existem, igualmente, os equipamentos hospitalares que aqui não foram ostentados, por dificuldades de acesso, tais como os aparelhos de Radiologia (Ressonância Magnética, Tomografia computacional).

3.1.4. Análise De Consumos Do Período De Referência

O período de referência estabelecido para o presente estudo foi o que se encontra compreendido entre Agosto de 2010 e Julho de 2011, e tiveram como base as faturas de energia enviadas pelo Cliente.

As fontes de energia utilizadas no edifício são a eletricidade e o gás natural. Seguidamente observa-se os valores das faturas de eletricidade (tabela 3.2) e gás natural (tabela 3.3) (apenas a componente energética) para cada um dos tipos de energia.

Tabela 3.2: Consumo de energia elétrica no edifício
Fonte: (EDP, 2012); Adaptação do Autor

Data		Tarifário [Mwh]				Total [Mwh]
Início	Fim	Ponta	Cheias	Vazio	Super Vazio	
02-08-2010	01-09-2010	47,077	203,087	84,141	40,207	374,51
02-09-2010	01-10-2010	43,664	188,921	71,035	36,155	339,78
02-10-2010	01-11-2010	35,534	160,740	83,287	37,158	316,72
02-11-2010	01-12-2010	53,944	131,245	68,286	33,226	286,70
02-12-2010	01-01-2011	50,852	121,345	76,443	31,750	280,39
02-01-2011	01-02-2011	57,144	137,007	74,327	36,679	305,16
02-02-2011	01-03-2011	53,470	127,330	58,572	28,950	268,32
02-03-2011	01-04-2011	56,340	147,542	62,042	32,668	298,59
02-04-2011	01-05-2011	35,780	158,092	81,692	30,922	306,49
02-05-2011	01-06-2011	41,895	181,140	70,742	36,225	330,00
02-06-2011	01-07-2011	36,268	156,662	78,725	33,658	305,31
02-07-2011	01-08-2011	38,142	167,518	72,095	35,182	312,94
						3724,91

Tabela 3.3: Consumo de gás natural no edifício
Fonte: (EDP, 2012); Adaptação do Autor

Data	Total [Mwh]
Ago-10	181,65
Set-10	187,72
Out-10	233,11
Nov-10	267,54
Dez-10	308,28
Jan-11	314,73
Fev-11	269,86
Mar-11	269,15
Abr-11	208,14
Mai-11	195,05
Jun-11	161,15
Jul-11	151,79
2748,17	

Desta forma, o consumo de energia distribui-se como se apresenta de seguida.

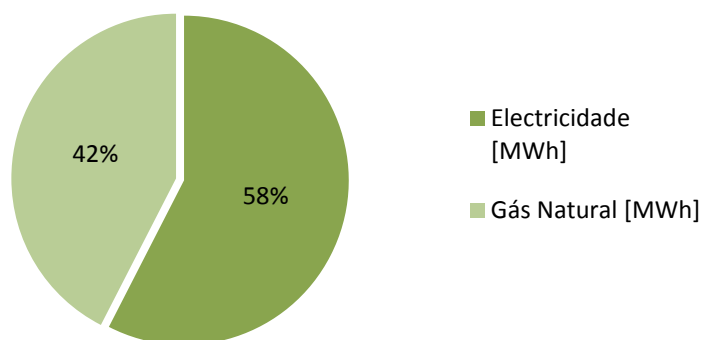


Figura 3.2: Percentagens do consumo de eletricidade e gás
 Fonte: (EDP, 2012); Adaptação do Autor

De onde se conclui que 58% do consumo total de energia é derivado da eletricidade, enquanto 42% é derivado do gás natural.

O custo destas duas formas de energia está dividido em duas formas (apenas custos de energia) como se pode visualizar na tabela 3.4.

Tabela 3.4: Custos com a eletricidade e gás natural
 Fonte: (EDP, 2012); Adaptação do Autor

Data	Eletricidade [€]	Gás [€]
Ago-10	22.606,78 €	5.898,76 €
Set-10	20.563,49 €	7.376,47 €
Out-10	18.951,77 €	8.612,03 €
Nov-10	17.278,67 €	9.801,00 €
Dez-10	16.829,83 €	11.369,31 €
Jan-11	22.254,70 €	11.398,95 €
Fev-11	19.764,34 €	9.559,71 €
Mar-11	22.011,04 €	9.425,11 €
Abr-11	22.353,11 €	7.896,28 €
Mai-11	24.211,95 €	7.504,42 €
Jun-11	22.265,89 €	6.309,44 €
Jul-11	22.898,96 €	6.462,69 €
	251.990,53 €	101.614,17 €

Através dos resultados anuais observa-se que a eletricidade tem um peso superior nos custos verificados com a energia, 71%, ao passo que o gás natural representa 29% dos custos totais de energia (figura 3.3).

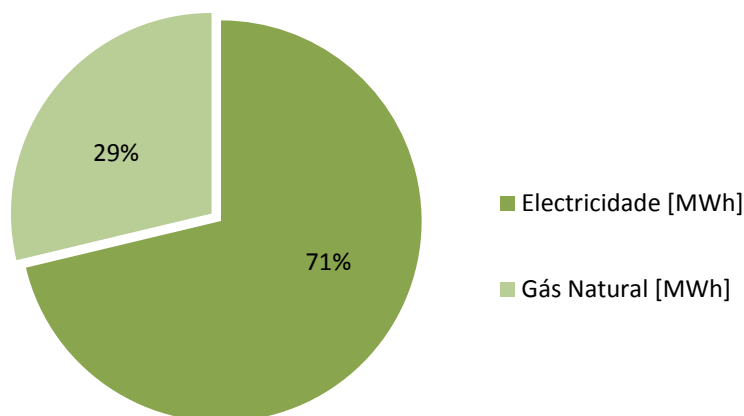


Figura 3.3: Percentagem dos custos de eletricidade e gás natural
Fonte: (EDP, 2012); Adaptação do Autor

3.1.5. Caracterização Dos Consumos

A análise da desagregação de consumos de um edifício permite identificar as principais fontes de consumo do mesmo. Ao fazer essa desagregação em múltiplas dimensões, tais como, pisos, serviços, horários de funcionamento, entre outros, é possível identificar quais as situações em que uma intervenção do ponto de vista da eficiência energética pode vir a trazer maiores poupanças.

No presente caso recolheu-se informação relativa a 89% do consumo em energia elétrica global ostentado no histórico do edifício, onde é possível caracterizar os consumos do mesmo com alguma exatidão. Em termos absolutos, foram monitorizados consumos correspondentes a uma fatura anual de 3313 Mwh dos 3724 Mwh constantes do histórico (energia elétrica).

Seguidamente se irá visualizar a caracterização dos consumos de energia elétrica (dos consumos monitorizados) de uma forma desagregada, nomeadamente aos consumos separados por tipologia e consumos separados por serviço.

3.1.5.1. Caracterização Dos Consumos Por Tipologia

A desagregação do consumo de energia elétrica por tipo de consumo permite entender com que fim é utilizada a energia no edifício. A climatização e a iluminação são, como era previsível, responsáveis por importantes consumos sendo, respetivamente, responsáveis por 43% e 9% do consumo global. Já os equipamentos informáticos são responsáveis por, aproximadamente, 3% do consumo global. Por ultimo, existe uma fatia denominada “Outros” da qual constam consumos equivalentes a uma fatura anual 1488 Mwh na qual se incluem todo o tipo de equipamentos hospitalares característicos da operação diária de um edifício deste tipo. Pode-se constatar estes resultados na figura 3.4.

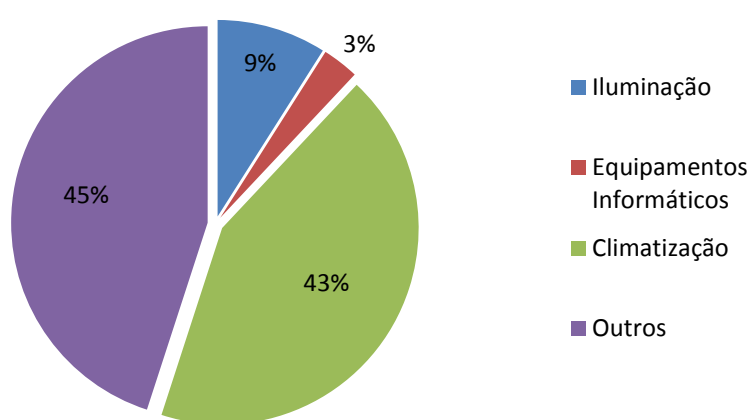


Figura 3.4: Percentagens de consumo por tipologia
Fonte: (EDP, 2012); Adaptação do Autor

3.1.5.2. Caracterização Dos Consumos Por Serviços

A análise do consumo de energia elétrica por serviço revela que cerca de 56% do mesmo é absorvido pelos Serviços Comuns do edifício que correspondem a zonas de passagem, elevadores, a climatização de todo o edifício, iluminação de circulações, entre outros. Nesta análise do consumo global de energia por serviço, a segunda fonte de consumo mais relevante é o serviço de Imagiologia que é responsável por 13% do consumo, seguida do serviço de Hemodiálise com 5%. Já o serviço que menos consome é a administração. Fatos que podemos verificar na figura seguinte onde estão as respetivas percentagens de consumo por cada serviço.

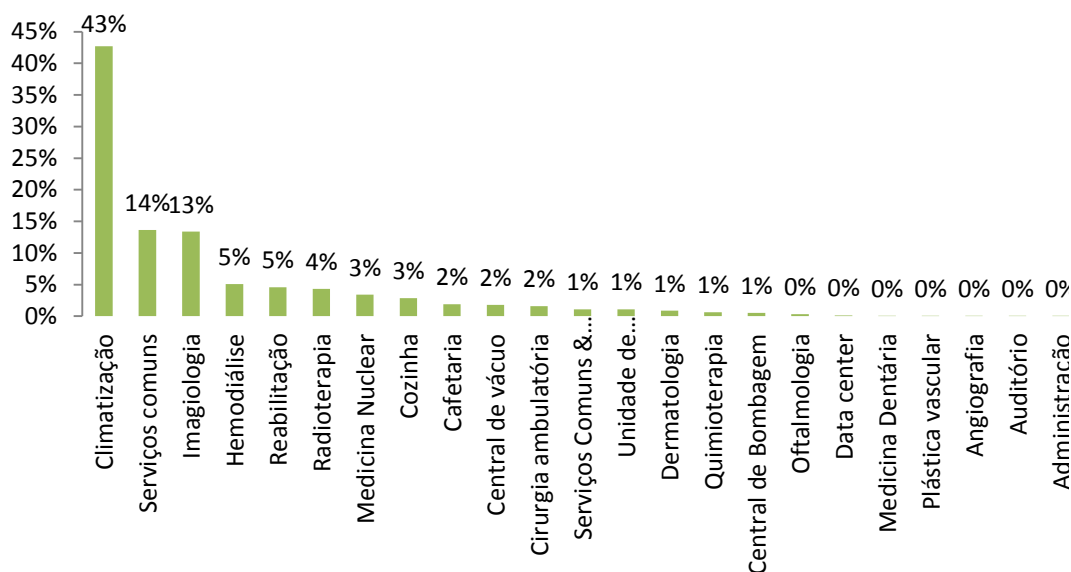


Figura 3.5: Percentagens dos consumos por serviço
 Fonte: (EDP, 2012); Adaptação do Autor

3.1.6. Análise do Plano de Racionalização de Energia

Descrição da localização no âmbito do RCCTE:

- Cidade do Matosinhos
- Zona climática de Inverno – I2
- Nº graus.dias - 1580°C.dias
- Duração da estação de aquecimento – 6,7 meses
- Zona climática de Verão – V1 Norte ($N_v = 16 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano}$)
- Temperatura externa do projeto – 29°C
- Amplitude térmica – 9°C (Colecção Regulamentos: Porto Editora, 2006)

O edifício do instituto CUF está inserido no âmbito do RSECE. Neste regulamento estão inseridos todos os grandes edifícios de serviços (novos, grandes reabilitações e existentes, com Área > 1000m²) ou todos os pequenos edifícios de serviços (com Área <1000m²) com sistemas de climatização com potência instalada superior a 25 kW. (Porto Editora, 2006)

O regulamento a aplicar a este edifício é o RSECE, uma vez que este tem um sistema de climatização com uma potência instalada superior a 25 KW e uma área maior que 1000m².

De acordo com este regulamento, a caracterização energética de um edifício ou fração é feita através de um indicador de consumo específico expresso em unidades de energia final ou primária, por metro quadrado de área útil por ano. A este indicador dá-se o nome de Indicador de Eficiência Energética (IEE). Este indicador serve para demonstrar uma comparação clara do desempenho de um dado edifício, face ao conjunto de edifícios semelhantes existentes. (Porto Editora, 2006)

Para determinar o IEE de um edifício já existente é necessário realizar uma auditoria energética a este de 6 em 6 anos de modo a se verificar a necessidade, ou não, de elaboração e implementação do Plano de Racionalização de Energia (PRE). O plano de racionalização é um programa estratégico de intervenção, no qual se definem as medidas conducentes a uma maior eficiência na utilização da energia, bem como os objetivos a alcançar no que respeita à redução e consumos. Este plano é elaborado com base nos resultados da auditoria energética e define um conjunto concreto de medidas de utilização racional de energia, calendarizadas ao longo do período de vigência do plano, com vista ao cumprimento de metas quantificadas de redução de consumos. (Porto Editora, 2006)

A determinação do IEE aproximado do edifício, é realizada através da seguinte expressão:

$$IEE_{\text{real,facturas}} = \frac{Q_{\text{global}}}{A_p} \text{ (kgep/m}^2 \cdot \text{ano)} \quad (3.1)$$

Q_{global} – Consumo anual global do edifício convertido para energia primária

A_p - Área útil do edifício

Após a auditoria do edifício ICUF e a uma análise do consumo pode-se concluir que o consumo energético equivalente a um ano foi 3724,91 Mwh de eletricidade mais 2748,17 Mwh de gás natural. Calculado o $IEE_{\text{real,facturas}}$, terá que se verificar se este é superior ou inferior ao $IEE_{\text{referencia}}$.

O valor a usar para o $IEE_{\text{referencia}}$ é de 40 kgep/m².ano. Este é um valor sustentado no Anexo X do RSECE e ponderado segundo os vários tipos de atividade que o edifício comporta. (Porto Editora, 2006)

De forma a poder comparar energia proveniente de diferentes fontes (ex. gás e eletricidade), o regulamento utiliza os fatores de conversão apresentados na tabela 3.5 para converter a energia utilizada em energia primária. A unidade de energia primária é o kgep (Quilograma equivalente de petróleo). Os fatores de conversão contabilizam não só a energia consumida pelo utilizador final, como também a energia consumida

desde a sua transformação/refinação e o seu transporte até ao utilizador final. Daí, compreende-se a penalização da utilização de energia elétrica à luz destes regulamentos.

Aplicando os fatores de conversão da tabela 3.5, é então possível converter os dois tipos de energia (gás e eletricidade) para a mesma unidade de energia primária kgep.

Tabela 3.5: Fatores de conversão

Fonte: (Porto Editora, 2006)

Fonte de Energia	Fator de Conversão - Fup (Kgep/Kwh)
Eletricidade	0,29
Combustíveis, Fosseis, Líquidos, Gasosos	0,086

Assim:

Eletricidade: $3729910 \times 0,29 = 254.352,91$ Kgep/ano

Gás Natural: $2748140 \times 0,086 = 91.488,60$ Kgep/ano

Consumo Global simplificado: $1081673,9 + 236342,62 = 1318016,52$ Kgep/ano

Sabendo que a área útil de pavimento é 21000 m^2 é possível determinar o $IEE_{\text{real, facturas}}$
 $= \text{Consumo Global} / \text{Área Útil}$.

Logo, $IEE_{\text{real, facturas}} = 62,7627 \text{ kgep/m}^2 \cdot \text{ano}$

Após a análise obtém-se:

$$IEE_{\text{real, facturas}} > IEE_{\text{referencia}} \leftrightarrow 62,7627 \text{ kgep/m}^2 \cdot \text{ano} > 40 \text{ kgep/m}^2 \cdot \text{ano}$$

Nesta condição verifica-se que o $IEE_{\text{real, facturas}}$ é maior que o $IEE_{\text{referencia}}$ o que leva a ser necessário realizar um Plano de Racionalização de Energia como manda o regulamento, de forma a este encontrar-se regulamentado.

De acordo com o certificado energético emitido na data de 30 de fevereiro de 2011 realizado pelo auditor João Carlo Malhão Mendes o edifício obteve uma classificação de C, como se observa no anexo II.

CAPÍTULO 4 – SISTEMA SOLAR TÉRMICO



4.1. Energia Solar

Energia solar é a designação dada a qualquer tipo de captação de energia luminosa proveniente do Sol, onde essa energia posteriormente é transformada em alguma forma utilizável pelo homem, seja diretamente no aquecimento de água, energia elétrica ou mecânica.

O planeta Terra com o seu movimento de translação recebe do sol diretamente ou indiretamente quase toda a energia disponível na terra. O inimaginável número de 4×1604 W irradiados significa que o Sol diminui em cerca de quatro milhões de toneladas por segundo. Contudo são necessários vários milhões de anos para perder 0,000001 da sua massa atual. Cerca de 19% dessa energia é absorvida pela atmosfera e 35% é refletida pelas nuvens. A energia solar que chega ao planeta Terra, atravessa um espaço vazio com aproximadamente cento e quarenta e oito milhões de quilómetros e vem sob a forma de radiação eletromagnética. A radiação transporta energia sob a forma de ondas eletromagnéticas. (Sá, 2010)

Ainda é de referir, que em apenas um segundo o sol produz mais energia (internamente) que toda energia usada pela humanidade desde o começo dos tempos. Reforçando esta grandeza energética, a energia que a terra recebe por ano vinda do sol, representa mais que quinze mil vezes o consumo mundial anual de energéticos. (Portal Energia - Notícias e Emprego, 2009)

Esta energia é transmitida para fora do sol por irradiação sob a forma de ondas eletromagnéticas que são originadas pelo movimento oscilatório rápido das partículas carregadas de eletricidade na sua superfície quente. Seguidamente é envolvido uma importante característica destas ondas que se propagam no espaço vazio. Na fase final da sequência, quando a radiação chega à Terra, as partículas com carga elétrica que compõe os átomos e as moléculas são impulsionadas por efeito elétrico, retirando energia às ondas eletromagnéticas. E assim, criam-se as condições para se poder aquecer ao sol sem consequências demasiado graves.

Um sistema de captação de energia solar térmica converte a energia de radiação fornecida pelo sol em energia térmica contida na água que se pretende utilizar. Numa habitação ou num edifício de serviços, essa energia pode ter diversas aplicações, tais como a produção de água quente para banhos, lavagens de mãos ou como complemento do aquecimento central ou aquecimento de piscinas. Através de uma superfície absorvente é possível captar com melhor rendimento a radiação eletromagnética do Sol.

Considerando que a energia solar está disponível de forma absolutamente gratuita, questiona-se porque é que o seu aproveitamento ainda é tão limitado. Constata-se é

que a energia solar apresenta-se sob a forma disseminada e a sua captação, pelo menos para potências elevadas, requer instalações complexas e dispendiosas.

Em teoria ao longo do prazo, o aproveitamento da energia solar poderá, tornar-se como a grande solução para todos os problemas energéticos da sociedade, apesar de todas as vantagens aparentes possui também desvantagens no decorrer do seu aproveitamento e uso.

4.2. Energia Solar em Portugal

O recurso às Energias Renováveis constitui uma solução para muitos problemas sociais associados ao consumo de combustíveis fósseis. O seu uso permite uma melhoria do nível de qualidade de vida, em especial nos Países sem reservas petrolíferas como Portugal, diminuindo a sua dependência económica e reduzindo os impactos negativos resultantes da queima dos combustíveis na sua utilização e transformação de energia.

A situação energética nacional traduz-se por um subaproveitamento das energias endógenas. Uma das fontes endógenas de extrema importância é a energia solar como é visto no ponto anterior dado que o valor anual da radiação solar global no planeta Terra é abundante e inesgotável.

Devido a Portugal apresentar um clima mediterrânico, elevada quantidade de horas de exposição solar é constatada, o que leva a verificar que a energia proveniente do Sol tem uma grande potencialidade de ser utilizada nos edifícios.

De modo a aproveitar e a incentivar esta oportunidade, a utilização de fontes de energia renováveis, com vista ao cumprimento das diretivas europeias, o RCCTE impõe que todos os edifícios novos, com projeto de licenciamento a partir de Janeiro de 2008, contemplem a utilização de coletores solares para o aquecimento de AQS. (Ganhão, 2011)

Juntamente foram criados programas, como o Programa Água Quente Solar, na sequência do Programa E4 (Eficiência Energética e Energias Endógenas), pretendendo assim, implementar o uso da Energia Solar em Portugal.

Contudo, a simples introdução de sistemas de aquecimento solar não significa que haja um bom aproveitamento energético, uma vez que as instalações necessitem de ser corretamente dimensionadas, instaladas e mantidas. Caso um destes aspetos não seja devidamente considerado, o desempenho do sistema poderá ser posto em causa, e o resultado será muito inferior ao que inicialmente estava previsto.

A procura de coletores solares tem vindo a aumentar consideravelmente ao longo dos últimos anos, segundo a Associação Portuguesa da Indústria Solar (2010). Em 2009, o

número de metro quadrado de coletores instalados aumentou mais de 100% em relação ao ano anterior, atingindo os 174392m², como é demonstrado na figura seguinte. (Ganhão, 2011)

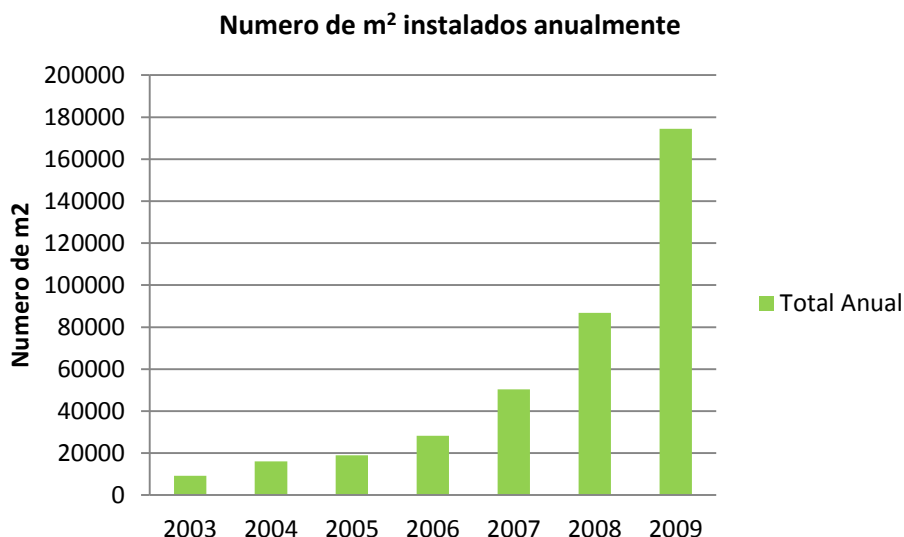


Figura 4.1: Número de m² de coletores solar instalados anualmente em Portugal

Um sistema solar para aquecimento de AQS pode ser utilizado num edifício de habitação e de serviços, o que contribuirá cerca de 70% das necessidades energéticas para o aquecimento de AQS. Este aquecimento é responsável por uma grande percentagem do consumo energético e apresenta valores especialmente elevados em Portugal, uma vez que é um dos países europeus mais consumista de água quente. (Ganhão, 2011)

Como os coletores solares apenas preenchem 70% das necessidades energéticas para aquecimento de AQS, a utilização de sistemas convencionais para a produção de água quente, tem de ser complementado, onde a eletricidade ou o gás são usados como fontes de energia. (Ganhão, 2011)

Este sistema traz inúmeras vantagens, do ponto de vista ambiental, dado que permite diminuir a dependência energética do país e reduzir as emissões de CO₂, resultante do consumo de energia.

4.3. Radiação Solar em Portugal

A radiação solar é a energia eletromagnética que se produz no sol e que, depois de atravessar a atmosfera, sofre uma atenuação considerável e incide sobre a superfície terrestre. A radiação inesgotável do sol que alcança a superfície terrestre permite reduzir de modo considerável o consumo de combustíveis fósil em Portugal.

O aproveitamento desta radiação incentivou às novas tecnologias de energias renováveis, das quais se destaca a solar térmica, visto que apresenta um melhor rendimento. Como pode-se constatar, o coletor solar tem um rendimento eficiente que supera os 90% em comparação com um sistema fotovoltaico que se situa entre os 16% e 18%. Além de ser economicamente mais viável na maioria dos casos as instalações térmicas também têm a sua vertente para a preservação do meio ambiente. (Benito, 2009)

As aplicações mais usuais de instalações térmicas são para o fornecimento de água quente sanitária nas suas diversas utilizações.

Dado à posição privilegiada face ao aproveitamento da energia solar, Portugal reúne as condições favoráveis na obtenção de uma diminuição de custos na fatura energética em relação ao AQS. A zona da Europa mais atrativa, em relação a investimentos em energia solar é Portugal e Espanha visto que têm uma maior disponibilidade de radiação solar como se pode constatar na figura 4.2.



Figura 4.2: Radiação solar na Europa
Fonte: (Comissão Europeia, s.d.)

De acordo com a informação obtida o número médio anual de horas de Sol para Portugal que varia entre 2200 a 3000, enquanto que para Alemanha varia entre 1200 a 1700 horas. (Painel Solar Termico, 2009)

Contudo, em usos tipicamente energéticos, este tipo de recurso tem sido mal aproveitado. Basta observar alguns dos números relativos à difusão dos coletores solares térmicos na Europa, não só na Orla Mediterrânea como em países como a Alemanha e a Áustria. Assim verifica-se que algo deve ser feito em Portugal de modo a promover a energia solar. A medida Solar Térmico 2009 pretendeu contrariar esta tendência.

Na figura 4.3 pode-se visualizar a quantidade de energia solar térmica que é produzida pelos diferentes países da União Europeia e na Suíça, assim como o rácio dessa

produção por 1000 habitantes. Neste setor, verifica-se que Portugal é dos países que mais cresceu no último ano, estando a aproximar-se da média europeia. Este resultado português deve-se ao agressivo programa de incentivos fiscais que fez com que desde 2006 existisse um grande aumento da produção de energia solar térmica, como se também constata na imagem referida. (Tarré, 2010)

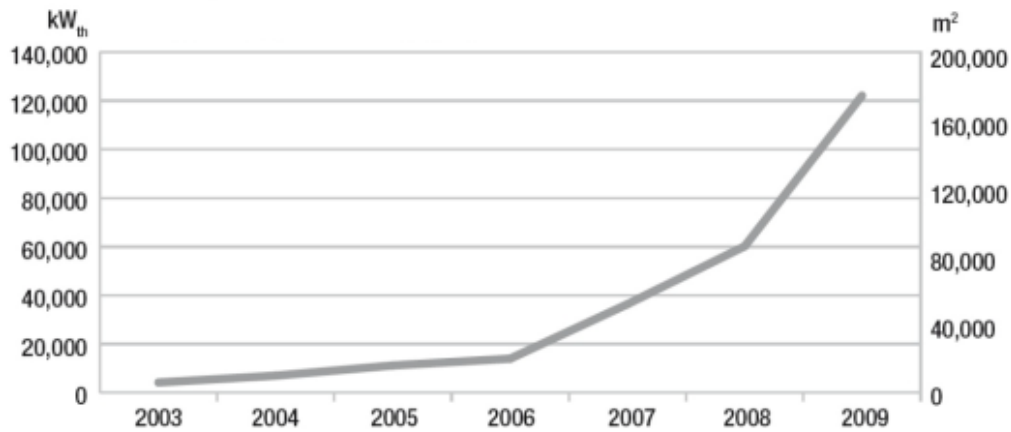


Figura 4.3: Novas instalações de coletores solares térmicos em Portugal

A figura 4.4 representa um mapa da radiação solar com dados médios anuais em Portugal. Com a obtenção destes dados torna-se possível o dimensionamento das instalações destinadas a utilização permanente.

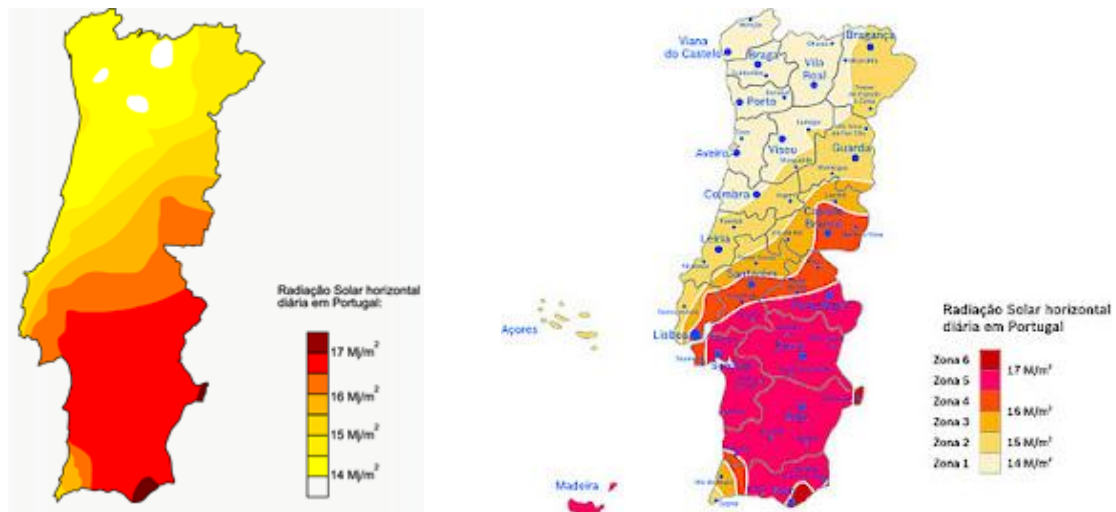


Figura 4.4: Radiação solar em Portugal / Distrito
Fonte: (Portal das Energias Renováveis, 2012)

Segundo a classificação de Köppen, o clima em Portugal é definido por dois tipos: "Csa" e "Csb". A região "Csa" é denominada por clima temperado com Inverno chuvoso e Verão quente e seco, enquanto que a "Csb" é representativo de um clima temperado com Inverno chuvoso e Verão seco e pouco quente. Como se verifica na imagem seguinte a região "Csa" é localizada no sul, e a "Csb" é no norte. (Tarré, 2010)

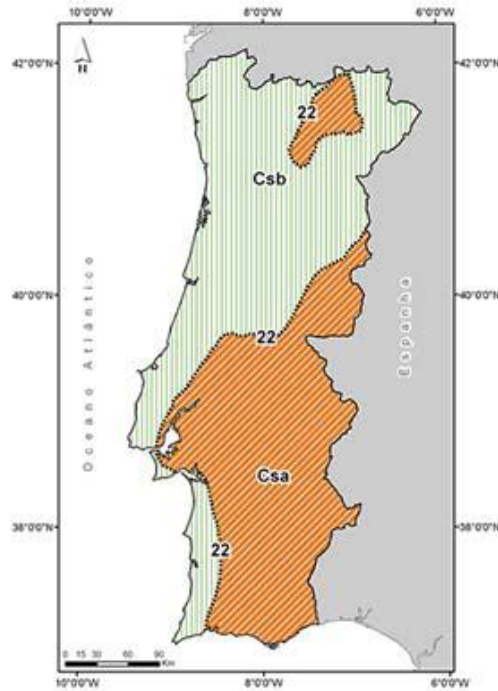


Figura 4.5: Clima em Portugal Continental, segundo a classificação de Köppen

A caracterização do recurso em energia solar tem sido feita em Portugal com base em medidas efetuadas pelo Instituto de Meteorologia (IM). Esta é efetuada através de uma rede de estações onde se mede a radiação solar quer na componente global, quer difusa. O IM também efetuou durante vários anos a medição do número de horas de sol no país.

Com base nestes dados foi possível construir mapas do número de horas de sol e da radiação solar incidentes no plano horizontal como é mostrado na figura seguinte.

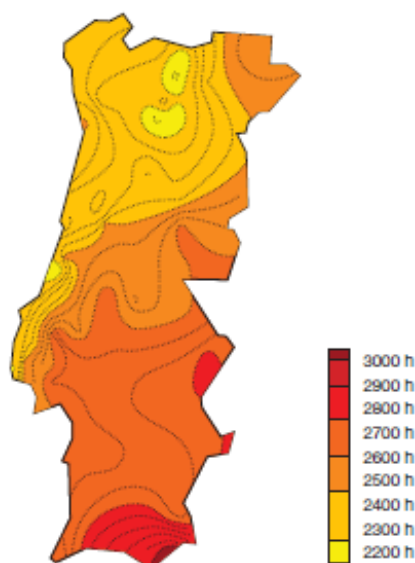


Figura 4.6: Horas de sol em Portugal
Fonte: (Pereira, 2003)

O conhecimento do recurso solar é fundamental para o dimensionamento dos sistemas solares térmicos, uma vez que os valores de radiação são medidos num número reduzido de locais. Assim, tornou-se necessário implementar formas de determinação, como por exemplo a correlação de outras medidas com o número de horas de sol.

A necessidade de obter, não só valores médios mensais de radiação, mas também valores diários e horários conduz à motivação e criação de várias ferramentas de geração de dados.

Como se pode constatar na figura 4.6 Portugal tem uma média superior a 2500 horas anuais, onde o Alentejo e o Algarve chegam a ultrapassar as 3000 horas. Deste modo, os objetivos de Portugal para 2012 serão concretizados, ou seja, produzir-se 45% da energia elétrica consumida através de recursos renováveis com a ajuda do solar Térmico e Fotovoltaico.

A energia solar útil que incide sobre os painéis solares instalados no exterior dos edifícios é determinada utilizando apenas uma porção de energia total diária, considerando apenas as chamadas hora de pico de sol. O número de horas depende da zona geográfica das instalações e da estação do ano. Em Portugal a média anual para as horas de sol no Sul é de 8 horas e no Norte de 6 horas. Durante as restantes horas de luz solar também existe aproveitamento energético mas em menor quantidade. Este dado é imprescindível para o dimensionamento das instalações. (Benito, 2009)

4.1. Fração solar

A tecnologia das instalações solares para fins específicos satisfaz totalidade da procura energética. Por outro lado, a este facto opõe-se uma relação de índole dimensional do sistema e a nível económico principalmente. Quando se deseja ser autossuficiente nos extremos climáticos do ano, ou seja, no inverno e no verão.

De acordo com a irradiação solar, o valor recebido na superfície terrestre depende da latitude do lugar e da estação do ano como já referido anteriormente. Esta situação conduz a um dimensionamento de três a quatro vezes superior no inverno ao invés do verão. No verão pode ser suficiente um coletor de 2m^2 ao passo que no inverno é necessário um de 8m^2 de modo a satisfazer a mesma procura energética, o que pode ser em termos económicos excessivo durante todo o ano. (Benito, 2009)

Como solução de compromisso generalizado opta-se por adotar uma fração solar e dimensionar através desse valor a instalação de tipo permanente. Essa fração solar é denominada cobertura solar onde, corresponde ao quociente entre a energia captada

pelo sistema solar térmico e as necessidades energéticas dos consumidores. Assim, considera-se a seguinte expressão:

$$F_s = \left(\frac{E_{util}}{L} \right) \times 100 \quad (4.1)$$

Onde:

F_s = Fração solar %

E_{util} = Energia transferida ao sistema

L = Energia total consumida

A escolha de uma fração solar menor que a unidade, ou seja, 100% requer a adoção de uma instalação solar de um sistema de apoio energético alimentado com eletricidade ou gás. Nesse caso, a instalação solar térmica apresenta um funcionamento alternativo. A condição imposta é que o sistema de apoio entre em funcionamento somente quando a renovável não pode satisfazer a procura pelos consumidores.

Uma fração solar que satisfaça na generalidade os critérios de consumo ecológico, sem recurso a uma instalação sobredimensionada para a maior parte do ano, representa uma relação [0,3-0,85], que corresponde a satisfazer em 30% as necessidades durante o inverno e 85% durante o verão. O restante é fornecido através do sistema de apoio convencional. (Benito, 2009)

4.2. Componentes de um Sistema de Energia Solar Térmica

Uma instalação de energia solar térmica para aquecimento de água destinada ao consumo humano, dedicada desde o aquecimento das piscinas aos espaços habitados, é basicamente composta pelos seguintes componentes: o coletor solar, o acumulador de água quente e respetivos acessórios.

Na imagem seguinte pode-se observar um esquema básico de montagem que o sistema pode ter.



Figura 4.7: Configuração de um sistema solar
Fonte: (SOLAR THERMAL, s.d.)

Na maior parte das vezes, os coletores do sistema situam-se na cobertura e o depósito de água quente logo no piso inferior bem numa cave ou numa divisão técnica reservada ao sistema de aquecimento central.

4.2.1. Coletor Solar Térmico

A energia da radiação solar é captada e transferida através de coletores solares, sendo depois acumulada no depósito sob a forma de água quente. Existem diversos tipos de coletores que poderão ser utilizados conforme a finalidade do seu uso e o certificado de qualidade.

A área de coletores depende do dimensionamento, sendo tanto maior quanto maiores forem as necessidades de energia. É de salientar que num sistema solar térmico apenas parte da energia disponível transfere-se para o fluido. Este processo está dependente do rendimento do coletor, considerando-se este como quociente entre a energia recebida e a energia disponível. Logo quanto maior o rendimento, maior será a energia disponível, leva a constatar as características relativas ao rendimento do painel.

O coletor solar ou painel é o acessório basilar num sistema solar térmico, sendo instalado no exterior do edifício devidamente orientado de forma a maior quantidade possível de energia incidente durante a maior quantidade de horas do ciclo solar.

O painel é uma caixa rígida e plana, com uma cobertura transparente na parte superior e contendo no seu interior o absorvedor que é um corpo metálico. Este corpo pode ser composto por duas formas: uma serpentina de cobre por onde passa o fluido a

aquecer ou uma superfície irregular de tubos de vidro em vácuo com absorvedor interno por onde circula o fluido a aquecer.

Existem no mercado várias tecnologias de coletores que se pode aplicar a uma instalação solar térmica. De seguida irá ser apresentado as mais utilizadas e uma breve explicação do funcionamento destas.

4.2.1.1. *Coletor plano*



Figura 4.8: Coletor Plano
Fonte: (NORQUENTE, s.d.)

Este coletor (figura 4.8) é também denominado por coletor plano seletivo, definindo-se como a tecnologia mais difundida e utilizada. Destina-se normalmente à produção de águas quentes a temperaturas superiores a 60° C.

Os principais elementos que formam o coletor são:

- Cobertura transparente – Provoca o efeito estufa, reduz as perdas de calor e assegura a estanquicidade do coletor.
- Placa absorvedora – Capta energia e transforma-a em calor. Também efetua a transmissão para o fluido térmico que circula por uma série de tubos em paralelo ou serpentina de modo a maximizar o rendimento utilizando superfícies seletivas que absorvem energia como um corpo negro. Esta, perde menos radiação.
- Caixa – evita perdas de calor, confere rigidez e protege o interior do coletor dos agentes externos.
- Isolamento – Aplica-se normalmente na parte traseira da placa absorvedora e nas paredes laterais do coletor. Evita as perdas de calor por condução. Pode ser utilizado diversos materiais como o poliuretano e fibra de vidro.

Os coletores planos apresentam uma boa relação preço/qualidade, bem como uma grande possibilidade de hipóteses de montagem.

4.2.1.2. *Coletores concentradores*



Figura 4.9: Coletores concentradores
Fonte: (SOLKOTE, s.d.)

De modo a atingir temperaturas mais elevadas tem que se diminuir as perdas térmicas do recetor. Estas são proporcionais à superfície deste, reduzindo-a em relação à superfície de captação, conseguindo assim reduzir as perdas térmicas na proporção dessa redução. Os sistemas assim concebidos chamam-se concentradores e na figura anterior temos um exemplo deste tipo de coletor, sendo a concentração definida como a relação entre a área de captação e a área de receção. Quanto maior é a concentração mais pequeno é o ângulo, onde o coletor tem de se manter sempre perpendicular aos raios solares. Esta é considerada uma desvantagem, uma vez que o mecanismo de controlo que faz com que o coletor siga a trajetória do sol é bastante dispendioso e complicado, para além de só permitir a captação da radiação direta. (Portal das Energias Renováveis, 2012)

4.2.1.3. *CPC ou coletores concentradores parabólicos*

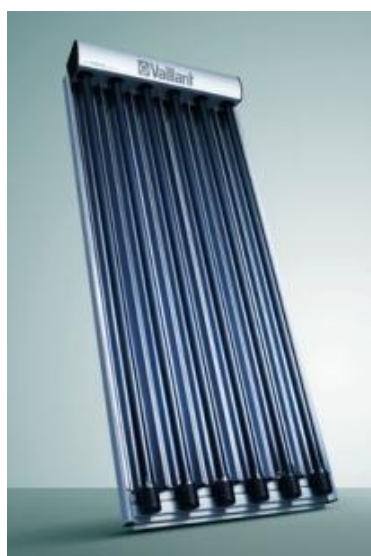


Figura 4.10: Coletor concentradores parabólicos
Fonte: (Vaillant, s.d.)

Muito recentemente, o desenvolvimento da ótica permitiu a descoberta de um novo tipo de concentradores (figura 4.10) (chamados CPC ou Winston). Estes, combinam as propriedades dos coletores planos (também podem ser montados em estruturas fixas e têm um grande ângulo de visão o que também permite a captação da radiação difusa) com a capacidade de produzirem temperaturas mais elevadas, ou seja, superiores a 70°. (Portal das Energias Renováveis, 2012)

A diferença fundamental entre estes coletores e os planos é a geometria da superfície de absorção, que no caso dos CPC's a superfície absorvedora é constituída por uma grelha de alhetas em forma de acento circunflexo, colocadas por cima de uma superfície refletora. A captação solar realiza-se nas duas faces das alhetas, dado que o sol incide na parte superior das alhetas e os raios refletidos acabam por incidir na parte inferior das alhetas, aumentando assim ainda mais a temperatura do fluido e diminuindo as perdas térmicas.

4.2.1.4. Coletores de tubo de vácuo

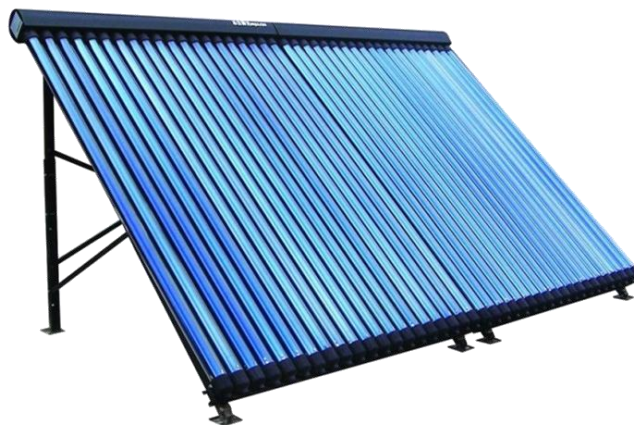


Figura 4.11: Coletor de tubo de vácuo
Fonte: (Alibaba, s.d.)

O coletor de tubos de vácuo é constituído por tubos de vidro transparentes cujo interior contém tubos metálicos que são denominados de absorvedores como é evidenciado na figura 4.11. O interior dos tubos está sob vácuo, ou seja livre da circulação de ar o que possibilita a eliminação quase total das perdas por convecção e condução. Este, é constituído por um tubo de vidro borossilicato de parede dupla. A parede externa está coberta de nitrato de alumínio, uma vez que é um material com excelentes capacidades de absorção de calor. No que respeita ao seu interior, nele existe um tubo de cobre, denominado de *heat-pipe*, ao qual estão fixos recetores solares de alumínio seletivo.

O transporte de calor para a água é efetuado pelo *heat-pipe*. Apresente no seu interior um gás facilmente evaporável que sofre um ciclo evaporação/condensação. A condensação ocorre na parte superior do *heat-pipe*, onde se verifica o contato com a

água transmitindo-lhe assim o calor. O rendimento a altas temperaturas é maior devido aos menores coeficientes de perda. Os tubos de vácuo evidenciam como vantagens o facto de trabalharem eficientemente a altas temperaturas de absorção e com radiação reduzida.

4.2.2. Depósito ou Acumulador



Figura 4.12: Depósito ou acumulador
Fonte: (TiSUN, s.d.)

Num sistema de energia solar térmica existem necessidades de acumular a energia obtida durante as horas de sol na água de consumo, de modo a que esta possa estar disponível em quantidade suficiente a satisfazer as necessidades. Os materiais mais utilizados são o aço, aço inoxidável, cobre, alumínio e fibra de vidro reforçada. Os acumuladores verticais de água são geralmente de forma cilíndrica e a sua altura deverá ser maior que o seu diâmetro como é demonstrado na figura anterior, de modo a ocorrer a estratificação térmica no interior do depósito. A água quente é extraída da parte superior do depósito, levando assim a que o abastecimento dos coletores deva ser feito pela parte inferior do depósito.

Se a instalação não for projetada para ser autossuficiente durante todo o ano, o acumulador deve ser associado hidráulicamente a um sistema de apoio energético, ou seja, podem receber energia de apoio de forma direta ou indireta. Nos diretos, a fonte de aquecimento está situada no interior do depósito com a instalação de uma resistência elétrica. Nos indiretos, a fonte energética está situada exteriormente e a transferência de calor é efetuada por intermédio de um permutador.

4.2.3. Acessórios

Para além dos coletores e depósitos, os sistemas de energia solar térmica necessitam de acessórios, tendo em vista um funcionamento correto do sistema e um rendimento máximo possível.

Os acessórios são compostos por:

- Válvulas de redução (impedem o retorno, conferem segurança e isolamento);
- Central de controlo;
- Permutador;
- Estação de bombagem;
- Vaso de expansão;
- Purgadores;
- Fluido Térmico (Anticongelante).

4.3. Configurações do sistema solar

As instalações de energia térmica em habitações, comércio ou similares e destinadas a proporcionarem água quente sanitária ou de aquecimento, adotam duas configurações diferentes, quer ao nível das prestações e benefícios, como em dificuldades de montagem, assim como na tipologia baseada no sistema termossifão e a tipologia baseada no sistema de circulação forçada. Mesmo dentro destas tipologias existem múltiplas formas de montagem baseadas no método utilizado para os sistemas de transferência térmica ou no tipo de painéis utilizados.

4.3.1. Sistema Termossifão

O sistema de termossifão nas instalações solares baseia-se no aproveitamento do princípio físico. Este permite que o movimento do fluido térmico entre os painéis e o acumulador realiza-se sem intervenção de mecanismos de ajuda. É um sistema simples e económico em que a circulação do fluido térmico ocorre por convecção natural mas que apresenta grandes limitações, visto que necessita de colocar o acumulador no exterior e em alturas superiores à dos painéis. Este sistema tem excelentes performances em pequenas habitações com reduzido consumo de água quente sanitária. Na figura seguinte pode-se observar um sistema termossifão que é muito utilizado em zonas rurais. (Benito, 2009)

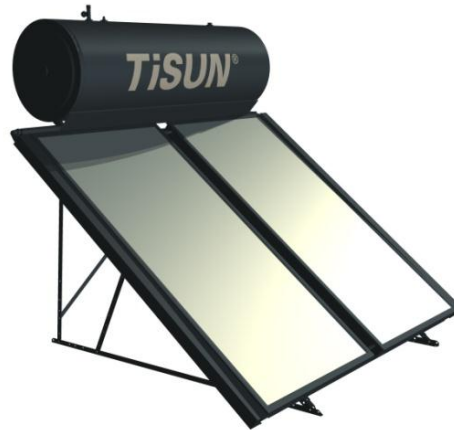


Figura 4.13: Sistema de Termossifão
Fonte: (TiSUN, s.d.)

Como verificado, nesta montagem de energia solar a circulação do fluido do circuito primário, sendo o portador do calor de origem solar, produz-se por convecção. A convecção é um princípio físico que ocorre como consequência da alteração da densidade do fluido com um gradiente de temperatura entre os extremos do circuito hidráulico. Esse gradiente é conhecido pela diferença de temperatura do fluido entre a saída dos painéis e o retorno procedente do permutador de calor situado no acumulador. Em suma, é o princípio físico que demonstra que a densidade de um fluido é inversamente proporcional à sua temperatura. Assim, quando o fluido do painel aumenta de temperatura por ação do sol, diminui a sua densidade e, como consequência sobe pelas tubagens até ao acumulador, dando-se o retorno após o arrefecimento quando o fluido fica mais pesado. Proceder-se assim a uma circulação natural que se mantém enquanto existir o gradiente de temperatura entre os extremos do circuito.

As principais vantagens deste sistema são: não precisar de uma bomba de circulação, é de simples instalação e de baixo custo. No entanto evidencia grandes desvantagens, uma vez que possui dificuldade na circulação, o peso total está muito concentrado e o depósito é situado sempre em cima dos coletores, tornando-o pouco usado num sistema com grandes dimensões.

4.3.2. Sistema com Circulação Forçada

Com a finalidade de obter um maior caudal de água quente do que o proporcionado pela tipologia anterior, surge a possibilidade de incorporar no sistema solar meios eletrónicos de controlo das temperaturas e sobretudo de colocar o acumulador de água quente sanitária no interior dos edifícios. Esta montagem denomina-se de circulação forçada, cujos detalhes básicos são visualizados na figura seguinte.

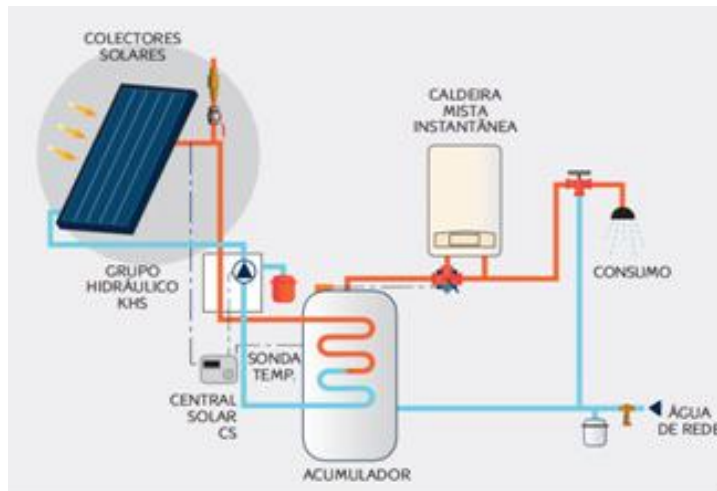


Figura 4.14: Sistema de circulação forçada
Fonte: (TOPFRIO, s.d.)

Com o objetivo desta tipologia permitir as especificações indicadas, a circulação do fluido do circuito primário é realizada através de uma bomba elétrica comandada pelo sistema de controlo. O sistema de controlo provoca ao sistema um arranque em função de um diferencial de temperatura definido, que se define como o diferencial entre os painéis solares e o acumulador. Os sensores de temperatura colocados na saída do último painel e na parte inferior do acumulador fornecem à central de controlo informação para o comando da bomba. Quando a diferença de temperatura é superior a sete graus centígrados a bomba arranca contudo, se a diferença de temperatura entre ambos os pontos é inferior a dois graus centígrados a bomba sofre ordem de paragem.

As principais vantagens deste sistema são de permitir a colocação do depósito em qualquer local e permitir a regulação da temperatura do sistema através da ação de uma bomba circuladora, sensores e controlador.

Relativamente às principais desvantagens são: utilização de uma bomba de circulação e controlador, custo mais elevado e maior complexidade. (Sá, 2010)

4.3.3. Transferência Térmica

A transferência térmica como o próprio nome indica, é o processo pelo qual se transfere o calor dos painéis solares para a água sanitária de consumo. Para tal, existem dois sistemas, o direto em que a água que percorre os painéis é a de consumo, e o indireto que permite o isolamento sendo este último o mais utilizado.

Relativamente à transferência direta, este é o método em que o líquido percorre os painéis e onde a água se destina ao consumo, logo existe uma circulação direta entre os tubos dos painéis solares e do acumulador. Este método demonstra simplicidade,

uma vez que não precisa de acumulador. No entanto apresenta desvantagens tais como: o líquido em circulação não pode conter agentes antioxidantes para a proteção interior dos tubos dos painéis solares e evitar o congelamento do fluido no inverno.

Quanto à transferência indireta esta caracteriza-se por incorporar um permutador de calor entre o fluido quente dos painéis solares na água sanitária de consumo contida no acumulador. A permuta térmica pode ser efetuada num equipamento externo ou numa serpentina instalada no acumulador. Independentemente de estar interno ou externo ao acumulador, ou seja da sua posição na instalação, o permutador reduz a eficiência da instalação tornando-a assim mais complexa e economicamente mais elevada. Contudo, a sua montagem é sempre recomendada por diversos aspetos. A razão higiénica é a mais evidente, visto que o fluido do primário pode conter agentes anticongelantes e antioxidantes de modo a conservar o painel, dado que a água de consumo está separada deste fluido. Salienta-se que também por razões de segurança uma vez que os painéis não estão sujeitos à pressão da rede de distribuição de água.

4.3.4. Relação com o Sistema de Apoio

Se o recurso solar não satisfizer as necessidades de AQS, a instalação pode incorporar um sistema de apoio energético que entre em funcionamento por diferentes circunstâncias, como por exemplo quando a existência de uma quantidade elevada de consumo não prevista ou de condições climatéricas adversas. Este apoio baseia-se geralmente numa resistência alimentada com energia elétrica ou num sistema de aquecimento a gás que se ativa de modo automático quando a temperatura de água quente do acumulador desce abaixo de um valor predefinido na central eletrónica de regulação.

O equipamento auxiliar pode conter duas configurações muito diferentes, o instantâneo e o de acumulação. O instantâneo é um equipamento de reduzidas dimensões que aquece a água conforme esta circula por ele, dado que apresenta características permitidas graças a uma serpentina interior acoplada termicamente ao sistema de aquecimento. O seu parâmetro principal é a potência que é expressa em *watts*, onde se pode converter facilmente no seu equivalente energético em forma de incremento da temperatura. Em relação ao equipamento de acumulação, este configura-se aos equipamentos convencionais na acumulação, de água quente para utilização quando necessária. O seu parâmetro básico é a capacidade em litro.

4.4. Localização, Instalação, Dimensionamento e Classificação do Sistema Solar Térmico

De modo a obter os rendimentos esperados, os painéis solares térmicos contêm algumas condicionantes na sua orientação em relação aos eixos da Terra estas condicionantes serão abordadas nos pontos seguintes, no que concerne à orientação e posicionamento.

Também se pretende estabelecer os critérios necessários para determinar os aspetos fundamentais que surgem nos projetos de instalação solar, tais como, a localização dos painéis solares, o volume de água quente sanitária que é necessária acumular para garantir o fornecimento aos utilizadores, a tipologia mais adequada para o pressuposto e ainda o método a utilizar no dimensionamento.

4.4.1. Orientação

Os eixos de azimute e inclinação intervêm na orientação dos painéis solares. O azimute exige posicionamento direcionado a sul no hemisfério norte e a norte no hemisfério sul, de forma a obter o máximo aproveitamento das horas de exposição solar durante o arco diário do sol. Quanto à inclinação, esta requer um ângulo em relação à horizontal aproximadamente igual à latitude do lugar com uma correção, angulo este que o painel fez com o plano da Terra. (Benito, 2009)

O valor médio anual deste eixo de orientação deve corresponder ao valor da latitude do lugar entre 32° e 42° de sul a norte de Portugal, respetivamente. No entanto, no caso de se ter em consideração a sazonalidade e por consequência a declinação da Terra, a correção a introduzir para otimizar a captação energética é a seguinte:

- Todo ano: latitude do local – 5°
- Inverno: latitude do local + 15°
- Verão: latitude do local – 15°

A existência de uma incorreta orientação a este ponto geográfico pode levar a perdas energéticas de valor proporcional à desorientação. O seu cálculo é muito complexo logo recorre-se a um *software* específico dos muitos disponíveis para o efeito. (Benito, 2009)

Tal como foi referido anteriormente, os painéis solares impõem uma condição que determina a viabilidade do projeto, a orientação. Um erro superior a 30° pode provocar perdas energéticas significativas que invalidem o projeto por rendimento reduzido. Os painéis devem ter, por essa razão, uma inclinação igual à latitude do lugar menos 5°, e os objetos, vegetação ou parte de outros edifícios adjacentes não devem projetar sombras sobre eles durante o trajeto do sol. (Benito, 2009)

Os painéis solares podem situar-se sobre coberturas inclinadas, planas ou mesmo sobre o solo, procurando sempre a máxima integração com o edifício e o mínimo impacto visual. Quando se têm de dispor em fileiras por razão de espaço, é importante garantir a separação entre eles e os objetos próximos para que não se projetem sombras sobre os mesmos.

4.4.2. Posicionamento

Um aspeto de crucial importância nas instalações solares é o impacto visual provocado pelos painéis quando estes não apresentam um adequado posicionamento, ou seja, não têm em conta critérios de integração com a envolvente. Deve-se ter em consideração a integração arquitetónica de tal modo que os painéis solares fiquem ocultos quando se situam sobre uma cobertura plana. No caso das coberturas inclinadas devem ser parte integrante destas, idealmente com homogeneidade nas cores. A grande variedade de estruturas e acessórios de montagem disponíveis comercialmente permitem situar de modo cómodo e seguro sobre as coberturas.

Contudo, nem sempre é possível uma boa instalação dado como exemplo em inclinação em demasia, provocando assim uma desorientação elevada, logo aquando o posicionamento dos painéis é necessário ter em conta diversos fatores, como a segurança, mínimo impacto visual, evitar ensombramento, alinhamento com o edifício, tubagem e acessibilidade.

4.4.3. Instalação dos Painéis Solares

No que concerne à instalação dos painéis solares, o maior problema possivelmente é durante o processo de dimensionamento, devido à condição de orientação e inclinação em conjunto com a necessidade de integração com a envolvente, que requer um arduo trabalho. É necessário encontrar um local adequado que cumpra com ambas condicionantes. Se tal não for possível totalmente tem de se ter em conta pelo menos com o maior grau de proximidade e só depois avançar para a colocação dos painéis.

No caso particular do ICUF, em que a superfície é plana, o cumprimento das condições de orientação e minimização dos impactos visuais torna-se fundamental, para tal deve-se utilizar uma estrutura metálica na instalação dos painéis solares.

Este tipo de estruturas de suporte é composto por um conjunto de barras metálicas e respetivos parafusos de fixação. Esta pode ser fixada diretamente à base mediante parafusos, similares a maciços de fixação de betão ou colocados previamente.

De seguida é ostentado uma imagem onde é dado um exemplo como poderia ser a instalação dos painéis do ICUF.



Figura 4.15: Exemplo de instalação de painéis numa cobertura plana
Fonte: (Jcc associatio, s.d.)

Os coletores solares, de uma forma geral devem ser montados num local livre de sombras e ter em consideração não só os obstáculos existentes como também os que estão previstos para o futuro, como exemplo, tem-se os edifícios próximos, chaminés, caixas de ascensores e árvores.

No caso de várias fileiras de coletores, deverá garantir-se que estas não projetam sombra umas sobre as outras. Para isso, ao instalar deve-se respeitar uma determinada distância entre fileiras.

Ao montar a estrutura de suporte deve-se ter em consideração os seguintes aspetos:

- Não debilitar de forma alguma a estrutura do telhado. Verificar bem o estado de conservação das coberturas (em especial as mais antigas), que podem não estar aptas para suportar o peso de um sistema solar;
- No caso de sistemas monobloco, não esquecer a carga adicional da massa de água correspondente ao volume do depósito;
- Garantir a perfeita impermeabilização dos furos feitos em lajes e em telhas. O instalador(a) não deverá esquecer que eventuais problemas que surjam, após a montagem do sistema, ser-lhe-ão atribuídos;
- A estrutura de suporte não pode impedir o escoamento correto da água da chuva. Especial atenção para o caso de coberturas com telhas planas; devem utilizar-se parafusos, porcas e anilhas em aço inoxidável;
- Proteger a estrutura metálica da corrosão;
- Garantir a resistência da estrutura à ação do vento e à ação sísmica;
- Fixar a estrutura de suporte a sapatas de betão, nos casos em que a superfície de instalação é terra.

4.4.4. Volume de Acumulação e Tipologia da Instalação

A instalação solar com o objetivo de satisfazer é dada através do consumo diário ou do consumo de um período específico de água quente sanitária. A quantidade pode ser obtida pelas informações fornecidas pelos utilizadores ou extraídas de valores estatísticos correspondentes aos padrões de consumos de entidades oficiais.

Os valores podem ser encontrados no Regulamento das Características de Comportamentos Térmicos dos Edifícios (RCCTE) no capítulo nove. Os dados escritos neste regulamento tiveram por base estudos estatísticos sobre o consumo médio de AQS, sendo publicados pelos fabricantes dos materiais para as respetivas instalações e pelas entidades reguladoras de modo a auxiliar o instalador nos seus projetos de dimensionamento. (Benito, 2009)

Apesar de nem todos os documentos emitidos pelas entidades oficiais conterem as mesmas quantidades não diferem substancialmente, pelo que, na ausência de dados específicos fornecidos pelos utilizadores da instalação, se pode utilizar os de referência.

Para um melhor dimensionamento do sistema tem-se de definir uma tipologia ou seja obter as condições climáticas do lugar, o tipo de utilização da habitação quer sazonal ou permanente e as necessidades de água quente sanitária no período de tempo previsto.

A determinação do equipamento ou o tipo de tecnologia mais adequado realiza-se através de um simples cálculo do volume de água quente necessária na satisfação das necessidades energéticas dos utilizadores.

4.4.5. Utilização do Software de Apoio ao Dimensionamento

O *SolTerm* define-se como um *software* que permite calcular de uma forma mais rápida e segura, onde consiste no método usado para dimensionar o sistema solar térmico da instalação.

Este é um programa de análise de desempenho de sistemas solares elaborado pelo Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), onde faz uma análise dos sistemas solares através de uma simulação numérica de balanços energéticos ao longo de um ano de referência. Assim, é especialmente concebido para as condições climáticas e técnicas de Portugal, onde contém a climatologia para os trezentos e oito Concelhos de Portugal, a nível horário, e bancos de dados modulares de componentes, permitindo simular a operação da grande maioria das configurações de sistemas solares, explorar as vertentes económica e de benefícios ambientais, e obtendo assim

o pré-dimensionamento e conduzindo ao adequado dimensionamento de sistemas solares. (LNEG, 2012)

Este programa fornece ainda cálculos padrão para incentivos governamentais ao solar térmico e para regulamentos, incluindo a contabilização da contribuição de sistemas de energias renováveis para o balanço energético de edifícios no contexto do Sistema de Certificação de Edifícios. Assim, é indicado para apoiar e substanciar:

- Estudos de Viabilidade de Aplicação de Energia Solar;
- Otimização de Componentes e Sistemas;
- Pré-dimensionamento e Dimensionamento de Sistemas;
- Elaboração de Cadernos de Encargos e Avaliação de Propostas em Concursos Públicos;
- Avaliação Objetiva e Independente de Projetos;
- Educação e Sensibilização em Energia e Sustentabilidade.

O *SolTerm* é ainda o *software* utilizado na contabilização da contribuição de sistemas de energias renováveis para o balanço energético de edifícios.

Representa assim uma ferramenta indicada para um amplo e variado grupo de profissionais e outros interessados em Energia Solar, donde se destacam:

- Fabricantes, Projetistas e Instaladores de sistemas;
- Agências de Energia;
- Câmaras Municipais;
- Administração Central (e em geral todos os atores do Sistema de Certificação de Edifícios);
- Entidades ligadas ao Ensino, Investigação e Sensibilização Ambiental;
- Particulares e Empresas que procuram uma apreciação objetiva e independente das potencialidades da aplicação de energia solar em casos concretos e das propostas e projetos que lhes são apresentados.

4.5. Vantagens e Desvantagens

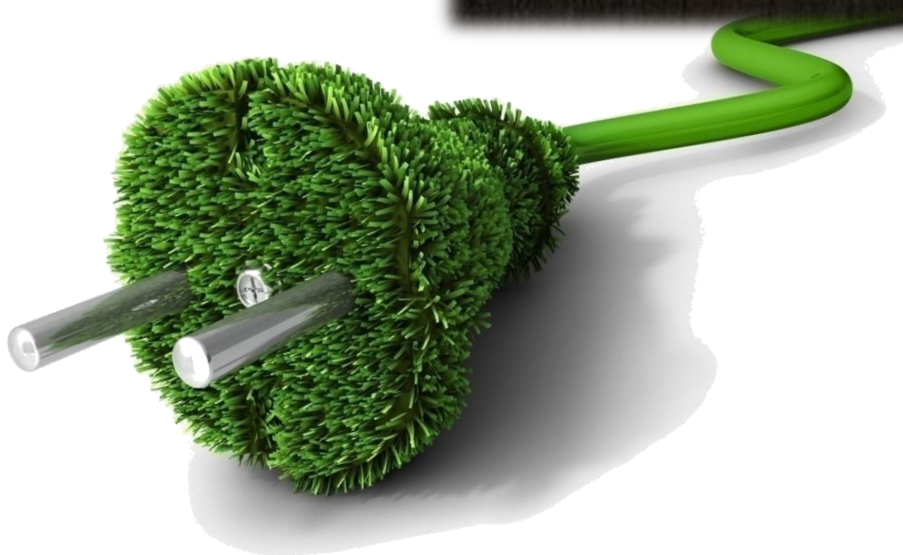
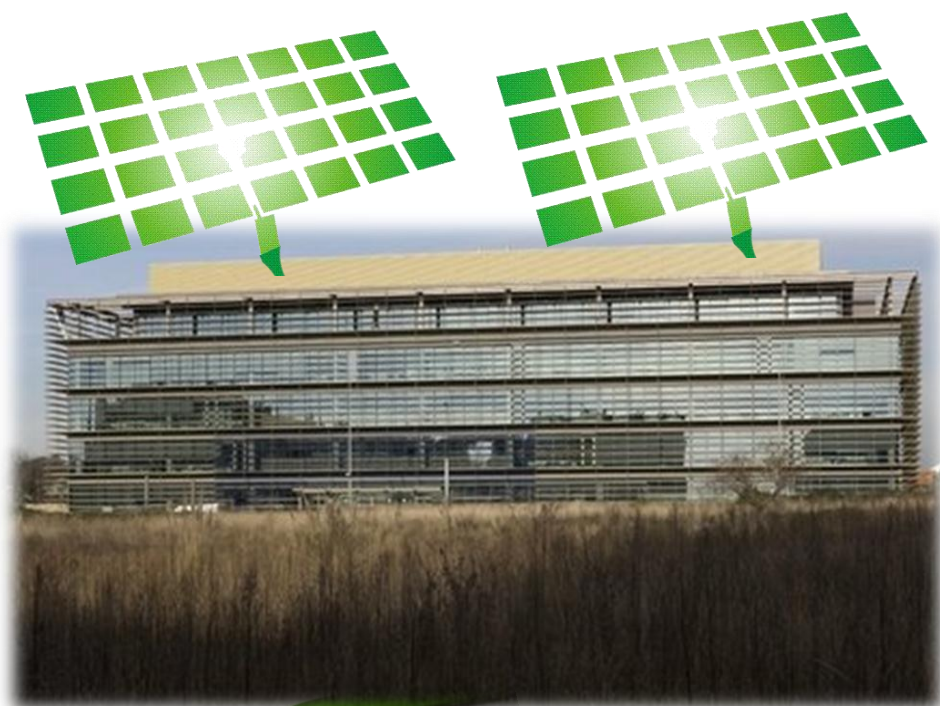
O sistema solar térmico apresenta inúmeras vantagens, tais como:

- Na utilização desta energia não existe qualquer emissão de poluentes, contudo poderá observar-se na fabricação dos equipamentos necessários à construção dos painéis solares, onde são utilizados materiais e métodos de forma a diminuir essa poluição;
- As centrais necessitam de manutenção mínima durante o seu período de vida;
- A diminuição do custo dos painéis solares realiza-se ao mesmo tempo que o aumento da eficácia destes, tornando assim a energia solar uma solução economicamente viável;
- Esta energia é excelente em lugares de difícil acesso, pois possibilita uma instalação em pequena escala em que não obriga a enormes investimentos em linhas de transmissão.

No entanto, também se evidencia desvantagens, sendo estas:

- Grandes incertezas devido à variação nas quantidades produzidas de acordo com a situação climática, além de que durante a noite não existe produção alguma, o que obriga a que existam meios de armazenamento da energia produzida durante o dia;
- Locais em latitudes médias e altas (Ex: Finlândia, Islândia, Nova Zelândia e Sul da Argentina e Chile) sofrem quedas bruscas de produção durante os meses de Inverno devido à menor disponibilidade diária de energia solar.
- Locais com frequente cobertura de nuvens (Curitiba, Londres), tendem a ter variações diárias de produção de acordo com o grau de nebulosidade;
- Pouca eficiência de armazenamento da energia solar quando comparado aos combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás), à energia hidroelétrica (água) e à biomassa (bagaço da cana ou bagaço da laranja).

CAPÍTULO 5 – DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA SOLAR TÉRMICO E ANÁLISE FINANCEIRA



5.1. Dimensionamento do Sistema Solar Térmico

No dimensionamento de um sistema solar térmico para a Instituição CUF, recorreu-se ao *software* SolTerm 5.1 como referido anteriormente. Salienta-se ainda que existem duas situações diferentes do dimensionamento, uma tem por base um gasto de água quente de 30% de toda a água contabilizada na fatura da água e outro apenas utiliza 12%. Os diferentes estudos podem ser observados nos anexos III (caso 1) e IV (caso 2).

5.1.1. Caso 1

No caso 1 definiu-se o consumo de AQS de 30% da faturação do consumo de água do edifício, como se pode constatar na tabela 5.1. Denote-se que o consumo de água para AQS é identificado na tabela como Consumo de Água Quente.

Salienta-se que para obter os valores da tabela realizou-se cálculos de todos os meses. De seguida exemplifica-se o mês de Janeiro.

Exemplo:

Consumo faturado: $1574 \text{ m}^3 = 1574000$ litros

30% consumo faturado = $\frac{30 \times 1575000}{100} = 472200$ litros

Tabela 5.1: Consumo de Água Fria/Quente para 30%

Data	Consumo de Água (m ³)	Consumo de Água Quente (l)
Janeiro	1574	472200
Fevereiro	1500	450000
Março	1434	430200
Abril	1388	416400
Maio	1386	415800
Junho	1287	386100
Julho	1285	385500
Agosto	1206	361800
Setembro	1396	418800
Outubro	1386	415800
Novembro	1414	424200
Dezembro	1335	400500
TOTAL	16591	4977300

5.1.2. Caso 2

Neste caso o consumo de AQS do edifício definiu-se em 12% da faturação do consumo de água do edifício, como se pode constatar na tabela 5.2.

Denote-se que para obter os valores da tabela, tal como no caso 1, realizou-se cálculos de todos os meses. Seguidamente exemplificasse o mês de Janeiro.

Exemplo:

Consumo faturado: $1574 \text{ m}^3 = 1574000$ litros

12% consumo faturado = $\frac{12 \times 1574000}{100} = 189000$ litros

Tabela 5.2: Consumo de Água Fria/Quente para 12%

Data	Consumo de Água (m ³)	Consumo de Água Quente (l)
Janeiro	1574	189000
Fevereiro	1500	180000
Março	1434	172080
Abril	1388	166560
Maió	1386	166320
Junho	1287	154440
Julho	1285	154200
Agosto	1206	144720
Setembro	1396	167520
Outubro	1386	166320
Novembro	1414	169680
Dezembro	1335	160200
TOTAL	16591	1990920

5.1.3. Dados Geográficos e Climatéricos

Tendo em conta a localização do ICUF utilizou-se a cidade de Matosinhos como localização de forma a obter alguns parâmetros geográficos e climatéricos, tais como: irradiação solar horizontal, temperatura ambiente e coordenadas nominais (figura 5.1).

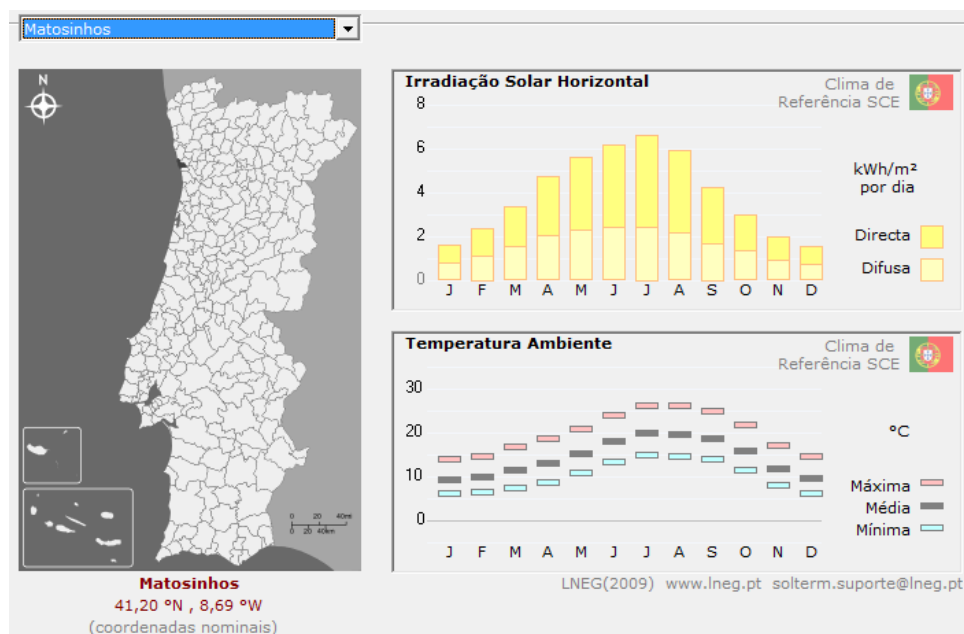


Figura 5.1: Dados da localização para o Dimensionamento
Fonte: SolTerm 5.1; Adaptação do Autor

Na tabela 5.3 pode-se constatar a temperatura média da água, assim como a radiação horizontal e inclinada discriminada pelos meses do ano. Visto que a radiação inclinada tem uma melhor média anual, nos estudos incluir-se-á apenas painéis solares térmicos não horizontais.

Tabela 5.3: Dados para o dimensionamento do sistema

Meses	Tª Média Água [°C]	Rad. Horizontal [Kwh/m ²]	Rad inclin. [Kwh/m ²]
Janeiro	12	50	83
Fevereiro	12	68	97
Março	13	105	130
Abril	14	143	154
Mai	15	177	170
Junho	16	185	172
Julho	17	206	197
Agosto	17	183	192
Setembro	16	128	150
Outubro	15	94	130
Novembro	13	60	97
Dezembro	12	47	83
Anual	11	1444	1655

5.1.4. Especificações do painel solar térmico

O painel solar térmico escolhido foi o TopSon CFK-1 da Wolf dado que possui alto desempenho solar aprovado de acordo com o EN12975-2 e tem uma garantia de 5 anos. Este painel também evidencia outras características, tais como: um sensor de temperatura resistente a altas temperaturas, mesmo sob vácuo; estrutura de alumínio resistente a ambientes marinhos; vidro de 3mm de espessura com maior coeficiente

de transmissão e teste anti granizo de acordo com EN12975. Salienta-se ainda que este, além de possuir um sistema de construção que permite uma diminuição da perda de carga, a quantidade de líquido que contém o sensor é reduzida ao mínimo, de modo que o meio pode rapidamente absorver o calor e transmiti-lo para o AQS. Os dados técnicos deste painel encontram-se no anexo V. (Wolf Iberica, S.A.U., s.d.)



Figura 5.2: Painel solar térmico TopSon CFK - 1 da Wolf
Fonte: (Wolf Iberica, s.d.)

5.2. Fração Solar Caso 1

O dimensionamento dos painéis solares térmicos realizou-se tendo em conta o valor anual da fração solar não obstante à área disponível para a instalação do sistema. A obtenção dos 50,9% deveu-se à conjugação do número de painéis, no software SolarTerm 5.1, com a respetiva área por eles ocupada.

Denote-se que a fração solar é calculada através da equação 4.1. Assim, em baixo apresenta-se o cálculo para o mês mais favorável (Agosto) e para o mês menos favorável (Dezembro).

$$F_s = \left(\frac{E_{util}}{L} \right) \times 100 = \left(\frac{Fornecido}{Carga} \right) \times 100$$

Dezembro

$$F_s = \left(\frac{7330}{23116} \right) \times 100 \approx 31,7\%$$

Agosto

$$F_s = \left(\frac{15057}{18733} \right) \times 100 \approx 80,4\%$$

Tabela 5.4: Dados obtidos para o cálculo da Fração Solar Caso 1

Meses	Carga (Kwh)	Fornecido (Kwh)	Fração Solar (%)
Janeiro	27519	7626	27,7
Fevereiro	25105	8553	34,1
Março	24363	11003	45,2
Abril	22428	12723	56,7
Maió	22590	13595	60,2
Junho	19681	13208	67,1
Julho	19920	15412	77,4
Agosto	18733	15057	80,4
Setembro	21300	13013	61,1
Outubro	22481	11511	51,2
Novembro	23157	8719	37,7
Dezembro	23116	7330	31,7
Anual	270392	137751	50,9

Como referido no ponto 4.4. a fração solar, de modo a satisfazer os critérios de consumo ecológico deve apresentar uma relação de 30% no inverno e de 85% no verão com o objetivo de satisfazer as necessidades. No entanto, na tabela 5.4 observa-se que no mês de Janeiro a fração solar encontra-se ligeiramente inferior do valor definido, valor que não pode ser aumentado visto que existe uma limitação da área para a instalação dos painéis solares térmicos.

5.3. Fração Solar Caso 2

Assim como para o caso 1, o dimensionamento dos painéis solares térmicos realizou-se tendo em conta o valor anual da fração solar não obstante a área disponível para a instalação do sistema. A obtenção dos 63,2% por cento deveu-se à conjugação do número de painéis, no software SolarTerm 5.1, com a respetiva área por eles ocupada. Observe-se que a fração solar é superior relativamente ao caso 1 uma vez que a quantidade de água para aquecer é inferior.

Denote-se que a fração solar é calculada através da equação 4.1. Assim, em baixo apresenta-se o cálculo para o mês mais favorável (Agosto) e para o mês menos favorável (Janeiro).

$$F_s = \left(\frac{E_{util}}{L} \right) \times 100 = \left(\frac{Fornecido}{Carga} \right) \times 100$$

Janeiro

$$F_s = \left(\frac{3966}{10587} \right) \times 100 \approx 37,5\%$$

Agosto

$$F_s = \left(\frac{6611}{7233} \right) \times 100 \approx 91,7\%$$

Tabela 5.5: Dados obtidos para o cálculo da Fração Solar para Caso 2

Meses	Carga Kwh	Fornecido Kwh	Fração Solar (%)
Janeiro	10587	3966	37,5
Fevereiro	10029	4381	43,7
Março	9436	5483	58,1
Abril	8981	6280	69,9
Maio	8736	6547	74,9
Junho	7866	6386	81,2
Julho	7698	6982	90,7
Agosto	7233	6611	91,4
Setembro	8490	6266	73,8
Outubro	8688	5644	65,0
Novembro	8832	4414	50,0
Dezembro	8948	3707	41,4
Anual	105523	66667	63,2

Como apresentado no ponto 4.4. a fração solar de modo a satisfazer os critérios de consumo ecológico deve apresentar uma relação de 30% no inverno e de 85% no verão, satisfazendo as necessidades. Na tabela 5.5 observa-se que no mês de Janeiro a fração solar encontra-se acima do valor definido, no entanto o limite dos 85% não é cumprido uma vez que a fração solar em Agosto é de aproximadamente 92%.

5.4. Resultados do Software SolarTerm 5.1

Através da introdução do consumo de água quente mensal no *software* SolarTerm 5.1, este definiu a carga, ou seja, a energia necessária para o AQS. Após a definição do tipo de painel solar térmico e do número de coletores obteve-se a energia fornecida pelo painel, assim como o apoio. O apoio define-se como a energia necessária para completar a energia do sistema solar térmico de forma a atingir o valor da carga.

De salientar que o apoio realiza-se através do sistema já implementado no local para o AQS com a utilização de gás natural.

5.4.1. Resultado do Caso 1

Observando-se a tabela 5.6, apresentada seguidamente, constata-se que nos meses de maior radiação solar (tabela 5.4), como por exemplo Julho e Agosto, a energia fornecida pelo sistema solar térmico é mais elevada levando a uma menor necessidade de complementação pelo sistema de AQS alternativo, verificando-se o oposto nos meses de menor radiação solar (Dezembro e Janeiro).

Tabela 5.6: Energia fornecida pelos painéis a carga e o apoio para o Caso

Meses	Fornecido (Kwh)	Carga (Kwh)	Apoio (Kwh)
Janeiro	7626	27519	19892
Fevereiro	8553	25105	16552
Março	11003	24363	13361
Abril	12723	22428	9704
Mai	13595	22590	8995
Junho	13208	19681	6472
Julho	15412	19920	4507
Agosto	15057	18733	3677
Setembro	13013	21300	8287
Outubro	11511	22481	10970
Novembro	8719	23157	14438
Dezembro	7330	23116	15786
ANUAL	137751	270392	132641

5.4.2. Resultado do Caso 2

Assim como no caso 1, constata-se que nos meses de maior radiação solar (tabela 5.4), a energia fornecida pelo sistema solar térmico é mais elevada sendo assim menor a necessidade de complementação pelo sistema de AQS alternativo (tabela 5.7).

Tabela 5.7: Energia fornecida pelos painéis a carga e o apoio para o Caso 2

Meses	Fornecido Kwh	Carga Kwh	Apoio Kwh
Janeiro	3966	10587	6621
Fevereiro	4381	10029	5648
Março	5483	9436	3953
Abril	6280	8981	2701
Mai	6547	8736	2189
Junho	6386	7866	1480
Julho	6982	7698	716
Agosto	6611	7233	622
Setembro	6266	8490	2224
Outubro	5644	8688	3044
Novembro	4414	8832	4418
Dezembro	3707	8948	5241
ANUAL	66667	105523	38856

5.5. Análise Económica

5.5.1. Caso 1

A tabela 5.8 apresenta o custo atual do aquecimento de águas, a poupança que se irá obter com a instalação dos painéis e o rendimento mensal expectável para o caso 1.

Tabela 5.8: Poupança obtida com a instalação dos painéis e o rendimento mensal para o Caso 1

Meses	Valor da Fatura [€]	Poupança	Rendimento Mensal Expectável [€]
Janeiro	11.398,95 €	524,36 €	10.874,59 €
Fevereiro	9.559,71 €	588,10 €	8.971,61 €
Março	9.425,11 €	756,57 €	8.668,54 €
Abril	7.896,28 €	874,83 €	7.021,45 €
Maió	7.504,42 €	934,79 €	6.569,63 €
Junho	6.309,44 €	908,18 €	5.401,26 €
Julho	6.462,69 €	1.059,73 €	5.402,96 €
Agosto	5.898,76 €	1.035,32 €	4.863,44 €
Setembro	7.376,47 €	894,77 €	6.481,70 €
Outubro	8.612,03 €	791,50 €	7.820,53 €
Novembro	9.801,00 €	599,52 €	9.201,48 €
Dezembro	11.369,31 €	504,01 €	10.865,30 €
TOTAL	101.614,17 €	9.471,76 €	92.142,48 €

Através desta tabela construiu-se a figura seguinte onde se evidencia uma diminuição de custos com a instalação dos painéis solares térmicos. De salientar que nos meses de maior exposição solar existe uma maior rentabilidade, isto é, uma maior poupança na fatura. Como exemplo tem-se o mês de Julho, uma vez que tem uma fração solar de 77,4%, obtendo-se assim uma poupança de cerca de 1059€.

A produtividade mensal e anual do sistema solar térmico nunca irá suprir as necessidades na totalidade, visto que existem algumas limitações, nomeadamente o espaço da implementação do sistema.

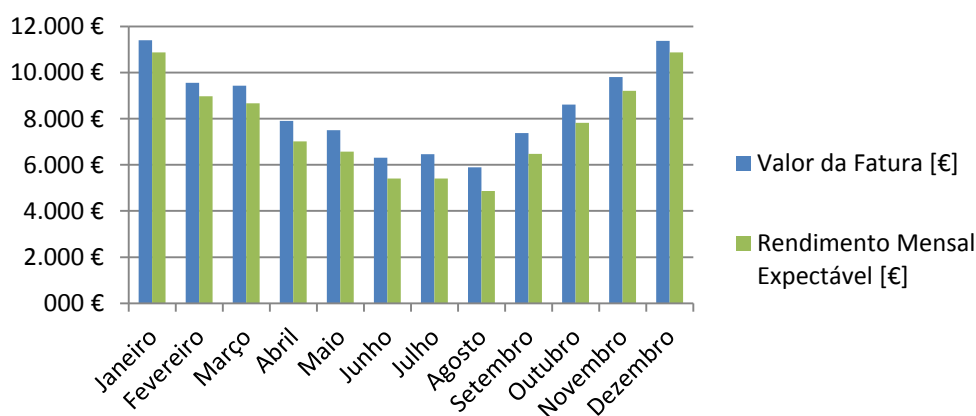


Figura 5.3: Comparação entre o custo atual com o rendimento mensal expectável para o Caso 1

5.5.2. Caso 2

A tabela 5.9 apresenta o custo atual do aquecimento de águas, a poupança que se irá obter com a instalação dos painéis e o rendimento mensal expectável para os 12% do consumo de AQS.

Tabela 5.9: Poupança obtida com a instalação dos painéis e o rendimento mensal para o Caso 2

Meses	Valor da Fatura [€]	Poupança	Rendimento Mensal Expectável [€]
Janeiro	11.398,95 €	269,69 €	11.129,26 €
Fevereiro	9.559,71 €	297,91 €	9.261,80 €
Março	9.425,11 €	372,84 €	9.052,27 €
Abril	7.896,28 €	427,04 €	7.469,24 €
Maió	7.504,42 €	445,20 €	7.059,22 €
Junho	6.309,44 €	434,25 €	5.875,19 €
Julho	6.462,69 €	474,78 €	5.987,91 €
Agosto	5.898,76 €	449,55 €	5.449,21 €
Setembro	7.376,47 €	426,09 €	6.950,38 €
Outubro	8.612,03 €	383,79 €	8.228,24 €
Novembro	9.801,00 €	300,15 €	9.500,85 €
Dezembro	11.369,31 €	252,08 €	11.117,23 €
TOTAL	101.614,17 €	4.533,36 €	97.080,81 €

Através da tabela anterior construiu-se o figura seguinte onde se evidencia o mesmo resultado que no caso 1, ou seja uma diminuição de custos com a instalação dos painéis solares térmicos. Igualmente salienta-se que nos meses de menor fração solar existe uma menor rentabilidade, isto é, uma menor poupança na fatura, observando-se o oposto nos meses de Julho e Agosto – maior fração solar. Como exemplo tem-se o mês de Fevereiro, uma vez que tem uma fração solar de 43,7%, obtendo-se assim uma poupança de cerca de 297€.

Denota-se equitativamente que a produtividade mensal e anual do sistema solar térmico nunca irá suprir as necessidades na totalidade, visto que existem algumas limitações, nomeadamente o espaço da implementação do sistema.

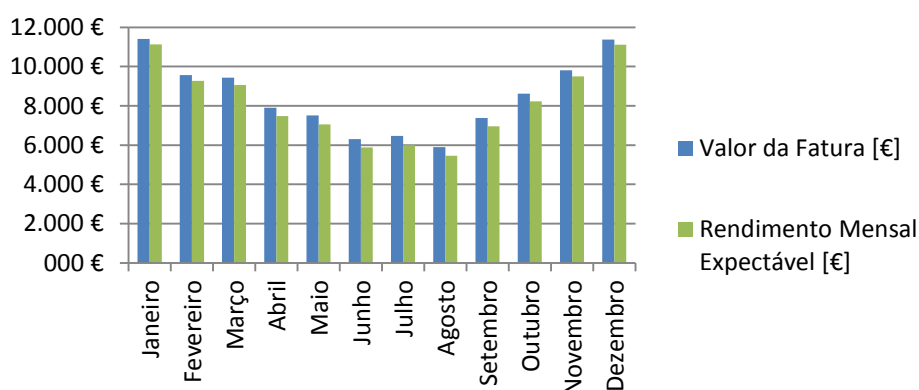


Figura 5.4: Comparação entre o custo atual com o rendimento mensal expectável para o Caso 2

5.5.3. Rentabilidade do projeto

Nesta fase através de expressões numéricas calcular-se-á em quanto tempo após o investimento inicial se começará a ter lucros. Para essa análise utilizar-se-á os valores dos orçamentos que se pode consultar nos anexos VI e VII. No caso 1 (anexo VI) a proposta obtida é de 78202€ e no caso 2 (anexo VII) é de 49512€. Deste modo, apresenta-se seguidamente o cálculo das expressões do payback, do TIR e do VAL.

5.5.3.1. Tempo de Retorno Simples

Das técnicas de análise de investimento que existem, o payback é das mais comuns, uma vez que se consegue obter o tempo entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se iguala ao valor desse investimento. Esta técnica equivale ao número de anos que é necessário esperar para reaver o dinheiro investido. Permite também uma apreciação da rentabilidade de um investimento em relação ao tempo. Sendo assim, quanto menor o payback melhor o investimento.

O investidor, geralmente fixa um período de recuperação máximo aceitável na análise de empreendimentos. O projeto é aceite se o payback for inferior ao período máximo estabelecido. Na análise final feita ao resultado do payback conclui-se que, o projeto só é aceite se o payback for inferior ao período máximo estabelecido. (Rios, 2008)

Assim o payback pode ser calculado através da seguinte fórmula:

$$PAYBACK = \frac{I}{(R - C)} \quad (5.1)$$

I = O valor do investimento a realizar

R = O valor das receitas anuais do projeto ao longo do período de duração do mesmo

C = O valor dos custos anuais do projeto ao longo do período de duração do mesmo (Barros, 2002)

Caso 1:

$$PAYBACK = \frac{78202,10}{(9471,76 - 980)} = 9,2 \text{ Anos}$$

Caso 2:

$$PAYBACK = \frac{49512,30}{(4533,36 - 753)} = 13 \text{ Anos}$$

Como se pode observar nas equações anteriores do payback verifica-se que para o caso 1 o investimento fica recuperado no final de 9 anos e para o caso 2 ao fim de 13 anos. Logo constata-se que o caso 1 é o mais favorável, em relação à recuperação do investimento.

5.5.3.2. Valor Atual Líquido (VAL)

A diferença entre as entradas e as saídas de dinheiro devidamente atualizados durante a vida útil do investimento é denominado de valor atual líquido (VAL). Um projeto de investimento é considerado rentável quando o seu VAL é positivo.

A fórmula utilizada para calcular o VAL será a seguinte,

$$VAL = -I + (R - C) \cdot \left[\frac{(1 + a)^n - 1}{a (1 + a)^n} \right] \quad (5.2)$$

a = Taxa de atualização do investimento, ou seja uma taxa de juro que considere as questões de inflação e custo de capital para o investimento feito. De uma outra forma, representa a remuneração mínima exigida pelo investidor.

n = O numero de anos de vida do projeto (Barros, 2002)

Caso 1:

$$VAL = -78202,10 + (9471,76 - 980) * \left[\frac{(1+0,02)^{20}-1}{0,02(1+0,02)^{20}} \right] = 60650€$$

Caso 2:

$$VAL = -49512,30 + (4533,36 - 753) * \left[\frac{(1+0,02)^{20}-1}{0,02(1+0,02)^{20}} \right] = 12302€$$

No que diz respeito ao valor atual líquido observa-se que se obtém um valor melhor no caso 1 do que no caso 2, o que nos leva a reforçar que o caso 1 é mais benéfico em relação ao caso 2.

5.5.3.3. Taxa Interna de Rentabilidade (TIR)

A taxa de atualização que anula o valor atual líquido é descrita como a taxa interna de rentabilidade de um projeto. Pode-se intitular que a TIR é a taxa mais elevada a que o investidor pode ajustar um empréstimo de modo a financiar um investimento, sem perder dinheiro. (Rios, 2008)

Contudo, a TIR é uma função decrescente e convexa que tende para valores negativos perante um projeto de investimento, enquanto que a taxa de atualização tende para o infinito (Figura 5.10).

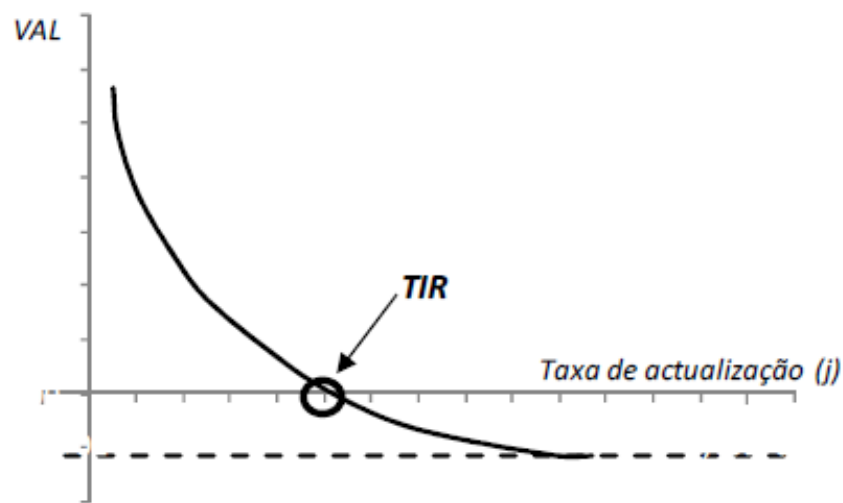


Figura 5.5: Conceito de Taxa Interna de Rentabilidade

Sendo assim, na prática, a TIR é calculada por um processo iterativo. De um modo mais simples, pode-se determinar dois valores do VAL através de tentativas, o positivo e negativo, correspondentes a dois valores de j tão próximos quanto possível, sendo o valor da TIR finalmente determinado por interpolação através da expressão. (Rios, 2008)

$$0 = -I + (R - C) \left[\frac{(1 + TIR)^n - 1}{TIR (1 + TIR)^n} \right] \quad (5.3)$$

Caso 1:

$$0 = -78202,10 + (9471,76 - 980) * \left[\frac{(1 + x)^{20} - 1}{x(1 + x)^{20}} \right]$$

$$x = 0,09$$

Caso 2:

$$0 = -49512,30 + (4533,36 - 753) * \left[\frac{(1+x)^{20} - 1}{x(1+x)^{20}} \right]$$

$$x = 0,04$$

Assim, a taxa Interna de Rentabilidade do Solar térmico para o caso 1 será de 9% e para o caso 2 é de 4%.

Logo, o caso 1 tem uma taxa melhor para o financiamento do projeto em causa do que para o caso 2.

CAPÍTULO 6 – COGERAÇÃO



6.1. Conceitos e Princípios

Apenas um terço da energia obtida do combustível nas centrais convencionais é convertida em eletricidade, o resto perde-se na forma de calor. Uma vez que este fato induz efeitos adversos para o meio ambiente, torna-se necessário aumentar a eficiência no processo de produção. Salienta-se que a cogeração apresenta vantagens a nível financeiro e ambiental dado que detém um rácio onde quatro quintos da energia primária são convertidos em energia utilizável. (Neutro à Terra, 2012)

A produção distribuída define-se como a produção de energia próximo, de onde ela é consumida, ou seja, a energia é produzida no local de consumo. Deste modo, evita-se perdas nas redes de distribuição. Este sistema aplica-se ao sector industrial e em edifícios onde existe uma exigência simultânea de energia elétrica e térmica calor e/ou frio.

Como já referido, no processo convencional de transformação de energia fóssil em energia elétrica a maior parte da energia contida no combustível é transformada em calor e perdida no meio ambiente. De seguida observa-se duas figuras onde se constata a diferença dos rendimentos entre fazer uma produção separada de eletricidade e energia térmica (figura 6.1) e a utilização de uma energia primária comum para a produção de energia elétrica e térmica (figura 6.2).

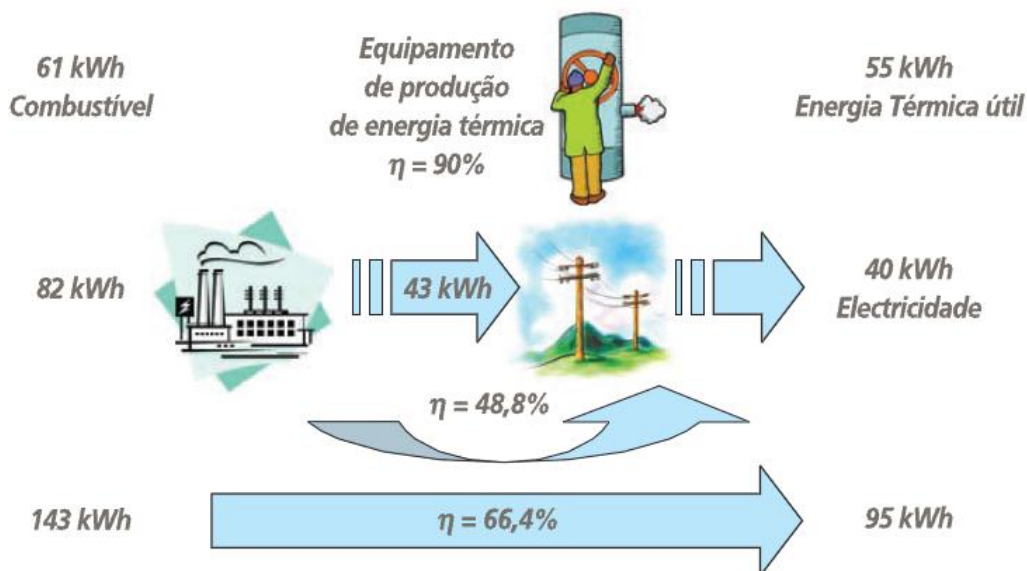


Figura 6.1: Produção separada de energia elétrica e Térmica

Fonte: (Cogen Portugal, 2012)

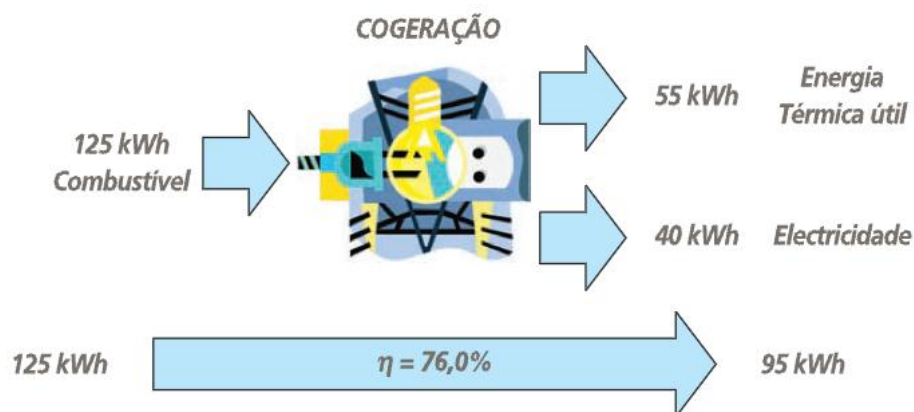


Figura 6.2: Produção de energia elétrica e Térmica em cogeração
 Fonte: (Cogen Portugal, 2012)

6.2. Cogeração em Portugal

Na década de quarenta, no sector industrial de Portugal introduziu-se a cogeração. As primeiras instalações eram baseadas nas turbinas de vapor (contrapressão) que satisfaziam grandes necessidades de vapor de baixa pressão. No entanto, apenas na década de noventa a cogeração teve um crescimento significativo em termos de potência instalada e de energia produzida.

Atualmente, apenas a cogeração a gás natural se encontra em crescimento. Por sua vez, a cogeração a *diesel* e a cogeração em contrapressão mantêm uma tendência de estabilização.

O gás natural garante boa segurança em caso de fuga devido ao rápido escoamento ascensional. Fisicamente é um gás com uma massa volúmica de $0,84 \text{ Kg/m}^3$ e uma densidade relativamente ao ar de $0,65$. Denote-se que ao nível da constituição química, este é constituído por uma mistura de gases, onde o metano (CH_4) predomina na ordem dos noventa por cento. O poder calorífico superior (PCS) varia entre os 9000 kcal/m^3 e 12000 , consoante as origens. (Rios, 2008)

A fonte de combustível mais utilizada nos sistemas de cogeração tem sido o gás natural uma vez que apresenta características físico-químicas bastante favoráveis quando em comparação com outros combustíveis fósseis. Na sua utilização as vantagens mais significativas são:

- Não necessita de processos intermédios de tratamento e refinação, logo utiliza diretamente os combustíveis;
- Melhores custos comparativamente com os combustíveis oriundos das frações pesadas da nafta;

- Redução até setenta por cento no consumo de óleo de lubrificação relativamente aos sistemas de cogeração a fuelóleo;
- Abastecimento de combustível através de gasodutos, evitando assim a construção de depósitos de armazenamento na instalação consumidora (apresenta consumos elétricos suplementares no aquecimento e bombagem);
- Reduzidos custos de manutenção, sendo que constitui uma menor deposição de resíduos carbonosos nas partes internas do motor e uma elevada manuseabilidade e limpeza do combustível;
- Redução significativa nas emissões de poluentes atmosféricos, uma vez que a combustão do gás natural permite uma redução importante das emissões de CO₂ quando comparado com outros combustíveis fósseis, obtendo-se reduções até vinte por cento em relação ao fuelóleo e até cinquenta por cento em relação ao carvão. As emissões de partículas e de óxidos de enxofre são quase nulas. (Rios, 2008)

Um dos pontos mais importantes num sistema de cogeração é a remuneração que se obtém da energia elétrica injetada na rede. Em Portugal a remuneração da energia elétrica injetada na rede proveniente de instalações de cogeração realiza-se através de um tarifário próprio, beneficiando de tarifas atraentes para compensar o investimento de aplicações da tecnologia. Sendo assim estes fatores explicam o aumento significativo da cogeração nos últimos anos, como se constata na figura 6.3 onde ilustra a evolução no período de 2000 a 2011 da energia entregue à rede por instalações.

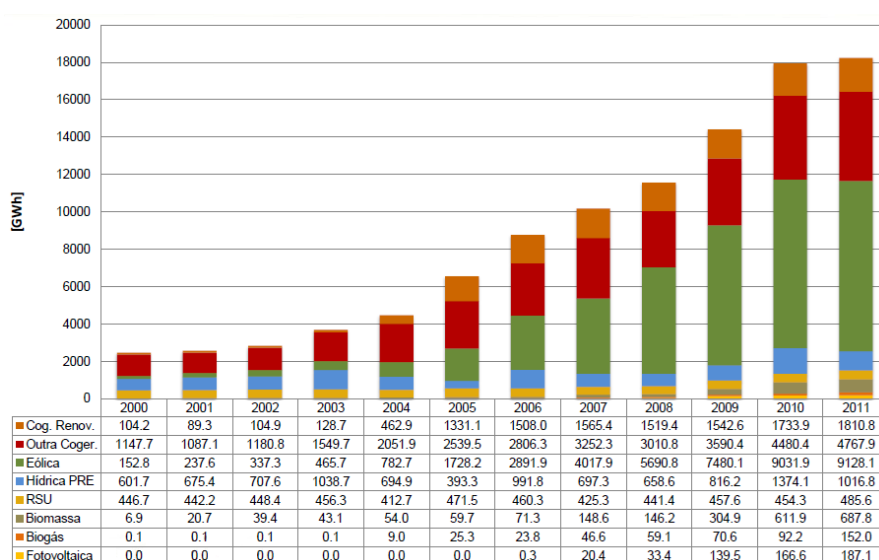


Figura 6.3: Gráfico da evolução da cogeração em Portugal

Fonte: (ERSE, 2012)

Em 2010, 12% do consumo de eletricidade em Portugal deveu-se ao sector da cogeração e 34% da produção em regime especial. (Galp Energia, 2012)

6.3. Principais Tecnologias de Cogeração

Os sistemas de cogeração classificam-se de acordo com o tipo de máquina térmica que estão equipados. Salienta-se que como máquinas térmicas utiliza-se, normalmente, motores alternativos (de explosão (o ciclo de Otto) ou compressão interna (o ciclo Diesel)) ou turbinas (a gás ou a vapor) e, mais recentemente, micro-turbinas e pilhas de combustível.

Tendo em conta ao grau de maturidade, ao desenvolvimento tecnológico e disseminação comercial em que se encontram as soluções tecnológicas que equipam as centrais de cogeração, estas são divididas em dois grandes grupos:

- Tecnologias emergentes: Microturbinas e pilhas de combustível;
- Tecnologias convencionais: Turbina a gás, motores alternativos ou de combustão interna (explosão e de ignição por compressão) e turbina de vapor de conta pressão. (Castro, 2011)

De forma a comparar as tecnologias e perceber qual a melhor escolha a optar para o caso de estudo observa-se a tabela 6.1 que resume as características técnicas de cada uma das tecnologias e a tabela 6.2 onde são evidenciadas as vantagens e desvantagens dos tipos de tecnologias de cogeração mais utilizados.

Tabela 6.1: Comparação entre as principais tecnologias de cogeração

Máquina Motriz	Turbina de gás	Turbina de Vapor	Motores de explosão a GN	Motor de Compressão interna	Pilhas de Combustível
Potencia (MWe)	0,2 -100	0,5-100	0,005-5	0,015-30	0,01-0,25
Razão Calor/Eletricidade	1,12- 2	2-10	0,4-1,7	0,4-1,7	1,1
Rend. Elétrico (%)	15-35	10-40	22-40	25-45	35-40
Rend. Térmico (%)	40-59	40-60	40-60	40-60	20-50
Rend. Total (%)	60-85	60-85	70-80	70-85	55-90
Tempo de Vida (anos)	15-25	20-35	10-20	10-20	>5
Carga Mínima (%)	75	20	75-85	50	Sem limites
Eficácia (%)	90-98	99	92-97	92-97	>95
Investimento (€/KWhe)	600-800	700-900	700-1400	700-1400	>2500
Arranque	10m-1h	1h-1dia	10s	10s	3h-2dias
Ruído	Médio	Alto	Alto	Alto	Baixo
Uso Energia Térmica	Aquecimento, AQS, Vapor BP e AP	Vapor BP e AP	Vapor BP e AP	Aquecimento, AQS, Vapor BP e AP	AQS, Vapor BP e AP
Combustível	Gasoso, Líquido	Todos	Gasoso, Líquido	Gás, Gasolina, Gasóleo	Gás

Tabela 6.2: Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de sistemas de cogeração

Tecnologia	Vantagens	Desvantagens
Turbina a Gás	Fiabilidade elevada	Operação com gás a alta pressão
	Emissões de poluentes baixas	Rendimento reduzido a carga parcial
	Calor a temperaturas elevadas	Potência de saída diminui com o aumento da temperatura ambiente
	Não necessita de refrigeração	Ineficiência em processos com poucas necessidades térmicas
	Rendimento elétrico elevado	Custos de operação e manutenção elevados
Motores de explosão e Motores de compressão interna	Bom desempenho com carga parcial	Calor de baixas temperaturas
	Arranque rápido	Emissões poluentes relativamente elevadas
	Energia térmica a duas temperaturas (escape e arrefecimento)	Necessita de refrigeração
	Manutenção no local com pessoal não especializado	Ruído de baixa frequência
Turbina a Vapor	Operação com gás a baixa pressão	
	Rendimento global elevado	Arranque lento
	Operação com diversos tipos de combustível	
	Grandes quantidades de calor disponível	Rendimento elétrico baixo
Microturbinas	Vapor a alta pressão	
	Dimensões compactas	Custos elevados
	Peso reduzido	Calor de baixas temperaturas
	Emissões de poluentes baixas	Tecnologias em maturação
Pilhas de Combustível	Não necessita de refrigeração	
	Emissões de poluentes baixas	Custo elevado
	Ruído Baixo	Fiabilidade incerta
	Não tem peças rotativas	Tecnologias em maturação
	Modularidade	Necessita de pré-processamento do combustível (exceto H puro)

6.3.1. Aspectos a Serem Considerados na Escolha da Tecnologia

Aquando a escolha da tecnologia deve-se ter em conta diversos aspetos, tais como:

- Combustível adequado a cada tecnologia. Denote-se a necessidade das empresas terem combustíveis com condições de fornecimento adequadas. Como exemplo, tem-se a possibilidade de utilizar combustíveis gasoso, nomeadamente o gás natural;
- Aspectos referentes ao impacto ambiental;
- Custo do investimento. Apesar de financeiramente ser variável, existem projetos de cogeração que devido à sua reduzida dimensão não justifica a complexidade subjacente ao projeto, para além de não terem o impacto energético a nível nacional que justifique a sua implementação. Um sistema de cogeração só é viável em empresas que operem, pelo menos, 4500 horas por ano e que seja permanentemente necessário o fornecimento de energia térmica e elétrica de forma estável;

- A diferença entre o custo de energia elétrica e o custo de combustível é o fator mais importante que define a cogeração como sendo economicamente rentável. Em princípio, quanto maior o diferencial, mais favorável o projeto será.

6.3.2. Sistemas de Cogeração Mais Utilizados

Os sistemas baseados em turbina a gás, turbina a vapor e motor alternativo são os sistemas de cogeração mais utilizados. Denote-se que as principais diferenças entre eles são a relação entre as necessidades em energia térmica e elétrica, os custos da instalação e de exploração e os níveis de emissões e de ruídos.

No entanto, existe um outro sistema em início de comercialização, as células de combustível que apresenta um futuro promissor para pequenas potências. A utilização da cogeração permite um sistema de maior repartição de produção de energia, ao contrário do que se passa em relação às grandes centrais produtoras de eletricidade.

6.4. Cogeração a Gás Natural

Em abril de 1997 em Portugal implementou-se o Gás Natural tornando assim, a cogeração um instrumento muito importante para a competitividade no sector do Grande Terciário, não só pelas vantagens económicas e tecnológicas que decorrem da utilização deste combustível, mas também pelos benefícios que esta proporciona.

Este sistema de produção de energia aproveita grande parte do calor que as máquinas térmicas rejeitam ao produzir, apresentando três grandes vantagens: redução da fatura energética da instalação, redução dos consumos de energia primária e redução do impacto ambiental associado à produção de energia elétrica.

O fuelóleo é a energia mais utilizada para a cogeração em Portugal. No entanto a cogeração a Gás Natural torna-se muito mais vantajosa em comparação com o fuelóleo, uma vez que:

- Apresenta menor investimento por kW instalado, visto que na cogeração a Gás Natural não é necessário o recurso a equipamentos auxiliares necessários com a utilização do fuelóleo (depósitos de combustível, equipamentos necessários à sua centrifugação, aquecimento e alimentação ao motor). Com isto as necessidades de pessoal afeto à cogeração a Gás Natural são reduzidas;
- Evidencia uma otimização do espaço, uma vez que as centrais de cogeração a Gás Natural são de dimensões mais reduzidas;

- Permite um controlo rigoroso do arranque e a paragem dos motores conforme as necessidades da instalação, adaptando-se, assim, ao horário de funcionamento de qualquer empresa;
- A manutenção dos equipamentos é mais simples, menos onerosa e mais espaçada dado que esta energia é limpa e natural;
- Apresenta maior aproveitamento energético global;
- Menores emissões poluentes;
- O fornecimento de Gás Natural é contínuo, 24 horas por dia, 365 dias por ano.

6.4.1. Tecnologias Usadas na Cogeração a Gás Natural

Para a cogeração a gás natural encontram-se disponíveis no mercado dois tipos de máquinas motrizes que podem ser utilizadas para a produção de eletricidade: o motor alternativo a gás, geralmente de ciclo Otto e a turbina de gás.

6.4.1.1. Cogeração com Motor Alternativo de Ciclo Otto

Estes tipos de motores alternativos são de combustão interna de ignição por faísca, sendo a produção de eletricidade assegurada pelo gerador acoplado ao veio do motor.

No sistema de cogeração com motor alternativo de ciclo de Otto, a energia térmica obtida através dos gases de escape do motor com temperatura elevada (até cerca de 500°C) e a partir de água quente proveniente dos sistemas de arrefecimento do motor. A água quente dos sistemas de arrefecimento pode ser subdividida em água quente a alta temperatura (pode atingir os 120°C) e água quente a baixa temperatura (até cerca de 50°C). Deste modo, a quantidade de calor aproveitada possui diferentes temperaturas.

A energia térmica obtida neste sistema de cogeração de motores alternativos tem inúmeras aplicações, destacam-se as seguintes:

- Produção de água quente, tendo em conta os sistemas de arrefecimento do motor;
- Produção de vapor, derivado pelo aproveitamento dos gases de escape;
- Produção de água sobreaquecida ou vapor a baixa pressão, resultante da combinação de duas fontes anteriores;
- Recuperação direta dos gases de escape para processos como exemplo, tem-se a secagem;
- Produção de água fria para climatização através da utilização de um *chiller* de absorção.

Assim, as vantagens deste tipo de equipamento são: maior eficiência elétrica, maior adaptabilidade a situações em que há variações de carga e paragens frequentes e ausência da necessidade de fornecimento de gás a alta pressão.

6.4.1.2. Cogeração com Turbina a Gás

A turbina de gás é uma máquina térmica rotativa composta por um compressor de ar que alimenta a câmara de combustão, onde os gases quentes são fornecidos à turbina de expansão. As máquinas rotativas são normalmente montadas num eixo comum acoplado ao gerador elétrico.

A energia térmica produzida por este tipo de cogeração obtém-se na sua totalidade pelos gases de escape a elevada temperatura (cerca de 500°C). Salienta-se que este calor pode ser aproveitado de uma forma direta ou por intermédio de uma caldeira de recuperação.

Caso as necessidades de calor sejam superiores às disponíveis, pode-se adicionar um queimador auxiliar à caldeira de recuperação. Esta solução possibilita aproveitar a elevada percentagem de oxigénio contida nos gases de combustão (10% a 14%), através da sua utilização como elementos comburentes. Assim, o aumento da temperatura obtido pode alcançar os 800°C.

Relativamente aos gases de combustão da turbina, estes podem ter duas utilizações distintas. A primeira é a utilização direta no processo, como por exemplo, para a secagem. A segunda é a produção de vapor, quer para utilizações internas, quer para a produção de água quente e/ou fria, através da utilização de um *Chiller* de absorção.

Salienta-se ainda que as turbinas a gás possibilitam um elevado nível térmico dos efluentes gasosos, permitindo uma fácil recuperação de calor. Outras vantagens deste tipo de equipamentos prendem-se com os reduzidos tempos de paragem e menores custos de manutenção e com o facto de possuírem uma gama de potências unitárias mais elevadas.

6.5. Instalações Hospitalares

6.5.1. Tecnologias Usadas na Cogeração a Gás Natural

Por instalações hospitalares compreende-se hospitais regionais, clínicas de dimensões consideráveis e hospitais privados. Pode, ainda, incluir-se neste sector as Instituições Particulares de Solidariedade Social (IPSS) uma vez que, apesar de não serem instalações hospitalares, podem ser consideradas como tal tendo em conta a aproximação das necessidades térmicas e elétricas às instalações hospitalares, para

dimensões equivalentes. Contudo, o facto de as IPSS não beneficiarem de apoio do estado para projetos de Cogeração, ao contrário do que acontece para a instalação de equipamento de produção de energia solar térmica, pode desencorajar o investimento dos seus proprietários em soluções desse tipo.

Este tipo de instalações possui um consumo específico de 277 Kwh/m² ano, de acordo com os valores que constam do Relatório Síntese relativo ao Consumo de Energia em Edifícios de Serviços, da *Direção-Geral de Energia e Geologia* (DGEG), levando à adoção de soluções de produção de energia mais eficientes. (Santos, 2010)

Salienta-se ainda que, neste tipo de instalações, observa-se simultaneamente necessidades térmicas e elétricas. As necessidades térmicas relacionam-se sobretudo com a climatização, sendo geralmente moderada nas zonas de internamento, com o aquecimento das águas sanitárias e, ainda, com a produção de vapor. Também geralmente possui uma lavandaria, que corresponde um elevadíssimo consumo de energia térmica. Relativamente às necessidades elétricas, estas possuem um diagrama temporal semelhante, para hospitais situados na mesma zona climática, verificando-se que o consumo de eletricidade não sofre variações significativas ao longo dos diferentes dias da semana.

Nomeadamente nos espaços administrativos, existe uma tendência para o aumento da área climatizada, bem como para a adoção do arrefecimento ambiente. Embora os futuros sistemas se possam basear em soluções centralizadas de bomba de calor reversível, existe também a hipótese de apostar em soluções de Trigeração, com recurso a *chillers* de absorção para o arrefecimento ambiente. Assim, consegue-se obter poupanças mais significativas nos períodos de Verão.

Em instalações destinadas aos cuidados de saúde, alguns estudos concluíram que a implementação de soluções de Cogeração apenas se torna viável quando se aproveita todo o calor produzido, recorrendo para tal a acumuladores de água quente. (Santos, 2010)

Tendo em conta que à medida que a dimensão das instalações aumenta, o interesse económico dos projetos cresce, os hospitais de média dimensão especialmente os do sector privado são identificados como potenciais clientes uma vez que se mostram como melhor escolha para a aplicação de soluções de Cogeração.

6.5.2. Tecnologias Usadas na Cogeração a Gás Natural

O hospital St. Joseph localiza-se em *Prum Rheinland-Pfalz*, na Alemanha e caracteriza-se como um hospital regional possuindo uma capacidade de 153 camas, que serve cerca

de 5000 pacientes por ano. O edifício também contém, uma piscina interior, inserida num centro de fisioterapia. Considera-se, assim, como uma unidade hospitalar de pequena/média dimensão. (Santos, 2010)

Neste edifício hospitalar instalou-se uma microturbina a gás, modelo *Capstone C65*. Esta unidade de Cogeração caracteriza-se por uma potência elétrica de 65 KW, por uma potência térmica de 122 KW e uma eficiência global de 85%. O funcionamento desta unidade realiza-se tendo em conta a carga térmica (controlo – calor) de forma a satisfazer as necessidades térmicas da instalação durante o horário designado. No restante tempo, fora do horário o sistema armazena eletricidade e calor. (Santos, 2010)

Sabendo que o equipamento implicou um investimento de cerca de 50000€ com um tempo retorno previsto de aproximadamente 2 anos, o hospital obterá poupanças de cerca de 26000€ por ano. (Santos, 2010)

Atualmente, a administração do hospital planeia instalar uma segunda unidade de Cogeração, acoplada a um *chiller* de absorção. Assim, pretende-se que o sistema de Trigeração contribua para responder, de forma mais adequada, às necessidades de eletricidade, calor e frio.



Figura 6.4: Sistema de Cogeração com microturbina a gás, num hospital, em *Prum Rheinland-Pfalz*, Alemanha

6.6. Vantagens e Desvantagens da Cogeração

6.6.1. Vantagens da cogeração

Uma alternativa de elevada eficiência energética é a cogeração que permite reduzir a fatura energética dos utilizadores com necessidades simultâneas térmicas e elétricas. Esta redução é tanto maior quanto menor o custo do combustível utilizado. Na maioria das instalações com este tipo de sistema a redução da fatura energética é de cerca de 20% a 30%, conduzindo a retornos de investimento na ordem dos 3 anos. (Góis, 2011)

Os sistemas tradicionais de produção de energia elétrica (centrais termoeletricas e nucleares) têm uma eficiência média da ordem dos 37%, ou seja, apenas 37% da energia total consumida é convertida em energia elétrica. Denote-se que este valor é ainda mais baixo quando contabilizadas as perdas por transporte, que podem atingir os 5%, sendo todo o restante dissipado para a atmosfera sob a forma de calor. (Rios, 2008)

Por oposição, os sistemas de cogeração utilizam o calor residual e apresentam eficiências globais superiores a 80%, realizando assim, uma economia significativa dos consumos de energia primária. Esta economia é na ordem dos 15% a 30% da energia primária necessária para produzir, separadamente, eletricidade e calor. (Rios, 2008)

Com este sistema também se realiza uma utilização mais eficiente dos combustíveis fósseis, contribuindo assim, para uma diminuição das emissões para a atmosfera, principalmente de CO₂ (gás que mais contribui para o efeito de estufa). Visto que a maioria dos sistemas de cogeração utiliza o gás natural como combustível, as emissões de óxidos de enxofre e de partículas são praticamente nulas.

A implementação de centrais de cogeração permite aumentar a capacidade instalada de produção de energia elétrica, eliminando a necessidade de se construírem novas instalações electroprodutoras centralizadas. A eletricidade é, por isso, gerada com menores investimentos, traduzidos em custos inferiores por quilowatt-hora, o que se traduz num aumento de competitividade das empresas.

Uma central de cogeração, por si só, é uma garantia de segurança no abastecimento de energia elétrica. Em termos económicos é difícil de quantificar apesar de ser extremamente valioso, principalmente em centros hospitalares dado que possuem uma necessidade contínua de energia elétrica.

Denote-se ainda que caso se mantenha os sistemas tradicionais (energia elétrica da rede e caldeira própria) existe energia disponível para qualquer emergência.

Com a cogeração, a eletricidade e a energia térmica são produzidas localmente, reduzindo-se os custos de transporte e distribuição da energia elétrica. Assim, o fato de a energia ser produzida junto ao próprio consumidor elimina as necessidades de reforço da capacidade de transporte das linhas elétricas instaladas ou mesmo a construção de novas linhas.

Em comparação com os sistemas de produção individualizada a cogeração apresenta as seguintes vantagens:

- Maior segurança no abastecimento geral e local, ou seja, é constituído por falhas no abastecimento aos consumidores;

- Compatível com a legislação ambiental (redução de energia primária consumida);
- Custo de investimento com elevadas taxas de amortização;
- Elevada eficiência dos sistemas de conversão e utilização de energia;
- Possibilidade de utilização de várias formas de combustível como a biomassa, fuelóleo, gás natural e propano e desperdícios industriais;
- Grande rendimento;
- Possibilidade de venda de energia elétrica às empresas no mercado de eventuais excedentes de eletricidade resultantes da produção simultânea de eletricidade e calor/frio.

6.6.2. Desvantagens da Cogeração

Embora a cogeração apresente vantagens na produção de energia, o desenvolvimento desta atividade ainda possui algumas dificuldades, em Portugal. Estas dificuldades são traduzidas por barreiras relacionadas com as tradições vigentes no mercado energético português, com a falta de estímulos significativos e com a elevada burocracia.

Algumas destas barreiras são:

- Ao contrário do que sucede na maioria dos países onde a Cogeração possui um maior índice de implantação, em Portugal constata-se uma ausência de redes de distribuição de calor.
- Falta de um mercado competitivo e liberalizado, com fornecedores de calor, produzido em Cogeração de modo, a estabelecerem as suas próprias tarifas;
- Inexistência do hábito de considerar o calor como um bem consumível, a exemplo do que sucede com a eletricidade;
- Necessidade de uma revisão do contexto legislativo que enquadra a Cogeração, tornando-o menos complexo e extenso;
- Carência de incentivos ao investimento em novos projetos, através de tarifas de remuneração de venda de excedentes de energia elétrica à rede mais vantajosas. (Santos, 2010)

Outra desvantagem deste sistema é o facto de o calor só poder ser utilizado perto do centro produtor, dado que existe dificuldade no transporte de energia térmica. Sendo assim, existe uma elevada perda térmica nas tubagens para grandes distâncias. Este fator limita o tipo de instalações, onde estes sistemas podem ser instalados. Logo, estas instalações têm de ser relativamente pequenas em comparação com as centrais térmicas convencionais.

Também se verifica muita burocracia e legislação excessiva aplicadas em Portugal que traduz em grandes dificuldades e trabalho na obtenção de licenças de exploração, colocando a cogeração pouco atrativa comparada com o resto da Europa.

Contudo, a cogeração apresenta outras desvantagens, tais como: obtenção de licenças e pontos de interligação com a rede, tarifas praticadas pelos comercializadores e dificuldade de a encaixar num edifício já construído e que não está preparado para a instalação de cogeração, visto que é um sistema com algumas dimensões.

É de ostentar que o investimento pode não ser rentável economicamente, caso exista:

- Grandes custos do sistema de distribuição, que devem ser contabilizados logo no projeto inicial;
- Riscos duma ação a longo prazo (decidir e fixar a procura energética da empresa, preços de combustíveis, taxas e impostos);
- Necessidade de inclusão de unidades de *back-up* (para calor ou potência), implicando custo de capital que não está sempre a render;
- Mudança no processo de produção pode mudar o fator de cogeração.

CAPÍTULO 7 – DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA DE COGERAÇÃO E ANÁLISE FINANCEIRA



7.1. Dimensionamento de um sistema de cogeração

O Instituto CUF apresenta uma central de produção de quente para aquecimento, sendo esta, constituída por 2 caldeiras equipadas com queimadores a gás natural com uma potência térmica total de 1600 KW. Estas caldeiras fazem igualmente, a produção de água quente sanitária.

Para dimensionar a potência do sistema de cogeração tem-se que optar por uma máquina com uma potência térmica superior a esses 1600 KW.

Deste modo, apresentam-se dois casos, onde no primeiro caso é apresentado um estudo para uma máquina de cogeração com um motor e o segundo caso é apresentado um estudo para duas máquinas de cogeração em paralelo.

Os modelos utilizados nos dois casos são:

- Marca MWM

- Modelo TCG 2020 V20

- Marca GE Jenbacher

- Modelo JMS 412 GS – N.L

Também é de mencionar que para os dois casos fixou-se a tarifa de gás natural e de energia elétrica comprada pela rede. A tarifa de gás natural usada é de 0,0436kwh mais 17,9916€/dia do termo de tarifário fixo. Este valor é obtido através de uma negociação com o fornecedor de gás natural no mercado liberalizado.

De acordo com o Decreto-Lei nº23/2010, de 25 de Março, com a portaria nº140/2012 de 14 de Maio, obtém-se uma tarifa de referência de energia elétrica. Tendo em conta o artigo 3, a tarifa de referência será de 89,89/Mwh, uma vez que, os dois modelos apresentam uma potência inferior a 10 MW.

De acordo com o artigo 4, onde se aplica o ajustamento da tarifa de referência por modelação tarifária constata-se em média 97,9/Mwh. Sendo assim, pode-se adquirir, negociando com a rede, um valor de 0,11€/Kwh.

Em anexo VIII observa-se um exemplo de contrato de compra de energia elétrica a produtores em regime especial, onde fica acordado o valor e os termos que essa energia tem de ser comprada e vendida.

7.2. Análise Económica

7.2.1. Caso 1

Como anteriormente referido, de modo a obter uma máquina com uma potência térmica superior à potência instalada no ICUF apresentam-se o modelo TCG 2020 V20 da marca MWM, uma vez que tem 1977 KW. Assim, consegue-se satisfazer todas as necessidades térmicas. É de referir que esta máquina alimenta-se a gás natural.

Este modelo tem um consumo de gás natural de 4576 KW, no que se traduz numa potência elétrica de 2000 KW.

Seguidamente é ostentado uma figura deste modelo, sendo que em anexo IX se encontra todas as características deste.



Figura 7.1: Imagem do modelo para o caso 1

Posteriormente visualiza-se quanto a máquina gasta de gás natural, ou seja, uma média de 199€/Kwh.

$$4576 \times 0,0436 = 199,51 \text{ €/Kwh}$$

Definindo que o sistema funcionará 24 horas por dia, o valor de gás por dia será:

$$199,51 \times 24 = 4788,24 \text{ €/KW dia}$$

Sabendo quanto a máquina gasta por dia, multiplica-se por cada mês obtendo assim, o consumo de gás natural da máquina anual. É de salientar que a máquina é desligada dois dias por mês devido à sua manutenção.

Seguidamente é observado uma tabela onde se constata o consumo anual da máquina.

Exemplo para Janeiro:

$$29 \times 17,9916 = 521,756 \text{ €mês}$$

$$4788,24 \times 29 = 138859 \text{ €/KW mês}$$

Tabela 7.1: Despesas obtidas com gás natural para cogeração no Caso 1

Mês	Despesas de Gás com Cogeração
Janeiro	139.380,72 €
Fevereiro	124.962,02 €
Março	139.380,72 €
Abril	134.574,48 €
Maio	139.380,72 €
Junho	134.574,48 €
Julho	139.380,72 €
Agosto	139.380,72 €
Setembro	134.574,48 €
Outubro	139.380,72 €
Novembro	134.574,48 €
Dezembro	139.380,72 €
Total	1.638.924,98 €

Uma vez que, para o aquecimento não se necessita de gás natural, esse valor será poupado (1600kw). Assim, por dia vai-se poupar:

$$1600 \times 0,0436 = 69,76 \text{ €/kwh}$$

$$69,76 \times 24 = 1674,24 \text{ €/KW dia}$$

Na tabela seguinte demonstra o valor que se vai poupar num ano.

Exemplo para Janeiro:

$$1674,24 \times 29 = 48553 \text{ €/KW mês}$$

Tabela 7.2: Poupança obtida em gás natural no Caso 1

Mês	Poupança em Gás nas Caldeiras
Janeiro	48.552,96 €
Fevereiro	43.530,24 €
Março	48.552,96 €
Abril	46.878,72 €
Maio	48.552,96 €
Junho	46.878,72 €
Julho	48.552,96 €
Agosto	48.552,96 €
Setembro	46.878,72 €
Outubro	48.552,96 €
Novembro	46.878,72 €
Dezembro	48.552,96 €
Total	570.915,84 €

Na tabela seguinte observa-se o valor final de cada mês que terá cada fatura de gás natural com a inclusão da cogeração e a interrupção do fornecimento do gás natural para as caldeiras de aquecimento.

Tabela 7.3: Valor de faturação mensal de gás natural no Caso 1

Mês	Valor atual	Poupança em Gás nas Caldeiras	Despesas de Gás com cogeração	Valor Final
Janeiro	11.398,95 €	48.552,96 €	139.380,72 €	102.226,71 €
Fevereiro	9.559,71 €	43.530,24 €	124.962,02 €	90.991,49 €
Março	9.425,11 €	48.552,96 €	139.380,72 €	100.252,87 €
Abril	7.896,28 €	46.878,72 €	134.574,48 €	95.592,04 €
Maio	7.504,42 €	48.552,96 €	139.380,72 €	98.332,18 €
Junho	6.309,44 €	46.878,72 €	134.574,48 €	94.005,20 €
Julho	6.462,69 €	48.552,96 €	139.380,72 €	97.290,45 €
Agosto	5.898,76 €	48.552,96 €	139.380,72 €	96.726,52 €
Setembro	7.376,47 €	46.878,72 €	134.574,48 €	95.072,23 €
Outubro	8.612,03 €	48.552,96 €	139.380,72 €	99.439,79 €
Novembro	9.801,00 €	46.878,72 €	134.574,48 €	97.496,76 €
Dezembro	11.369,31 €	48.552,96 €	139.380,72 €	102.197,07 €
Total	101.614,17 €	570.915,84 €	1.638.924,98 €	1.169.623,31 €

Com a cogeração produz-se dois tipos de energia, a térmica e a elétrica. A térmica já está calculada anteriormente. Seguidamente, calcula-se o valor que se obtém pela energia elétrica vendida à rede.

A máquina produz 2000 KW de energia elétrica, logo, com a venda da sua totalidade a um valor de 0,11€/KW obtém-se um valor por hora de:

$$2000 \times 0,11 = 220 \text{ €/KW}$$

Multiplicando este valor pelo número de horas de funcionamento da máquina, calcula-se o valor por dia de energia elétrica que é vendida à rede.

$$220 \times 24 = 5280 \text{ €/KW dia}$$

Na tabela seguinte mostra o valor que se poupa com a energia vendida.

Exemplo para Janeiro:

$$5280 \times 29 = 153120 \text{ €/KW mês}$$

Tabela 7.4: Venda de energia elétrica mensal no Caso 1

Mês	Venda de eletricidade
Janeiro	153.120,00 €
Fevereiro	137.280,00 €
Março	153.120,00 €
Abril	147.840,00 €
Maió	153.120,00 €
Junho	147.840,00 €
Julho	153.120,00 €
Agosto	153.120,00 €
Setembro	147.840,00 €
Outubro	153.120,00 €
Novembro	147.840,00 €
Dezembro	153.120,00 €
Total	1.800.480,00 €

Sendo assim, como se pode constatar na tabela seguinte, a poupança total anual será em média de 732470 €.

Tabela 7.5: Balanço mensal para o Caso 1

Mês	Despesas de Gás com cogeração	Poupança em Gás nas Caldeiras	Venda de eletricidade	Balanço
Janeiro	139.380,72 €	48.552,96 €	153.120,00 €	62.292,24 €
Fevereiro	124.962,02 €	43.530,24 €	137.280,00 €	55.848,22 €
Março	139.380,72 €	48.552,96 €	153.120,00 €	62.292,24 €
Abril	134.574,48 €	46.878,72 €	147.840,00 €	60.144,24 €
Maio	139.380,72 €	48.552,96 €	153.120,00 €	62.292,24 €
Junho	134.574,48 €	46.878,72 €	147.840,00 €	60.144,24 €
Julho	139.380,72 €	48.552,96 €	153.120,00 €	62.292,24 €
Agosto	139.380,72 €	48.552,96 €	153.120,00 €	62.292,24 €
Setembro	134.574,48 €	46.878,72 €	147.840,00 €	60.144,24 €
Outubro	139.380,72 €	48.552,96 €	153.120,00 €	62.292,24 €
Novembro	134.574,48 €	46.878,72 €	147.840,00 €	60.144,24 €
Dezembro	139.380,72 €	48.552,96 €	153.120,00 €	62.292,24 €
Total	1.638.924,98 €	570.915,84 €	1.800.480,00 €	732.470,86 €

7.2.2. Caso 2

Neste segundo caso optou-se por uma escolha de duas máquinas em paralelo de modo a obter uma potência térmica superior à potência instalada no ICUF. As máquinas apresentam-se com o seguinte modelo JMS 412 GS – N.L da marca GE Jenbacher, e tem potência térmica de 856 KW cada. As máquinas estando em paralelo obtém-se a satisfação das necessidades térmicas. Para tal tem-se de multiplicar o valor de energia térmica produzida pela máquina por dois. É de referir que estas duas máquinas são a gás natural, tal como no caso 1.

Este modelo tem um consumo de gás natural de 1977 KW, no que se traduz numa potência elétrica de 844 KW.

Seguidamente é ostentado uma figura deste modelo, sendo que em anexo X se encontra todas as características deste.

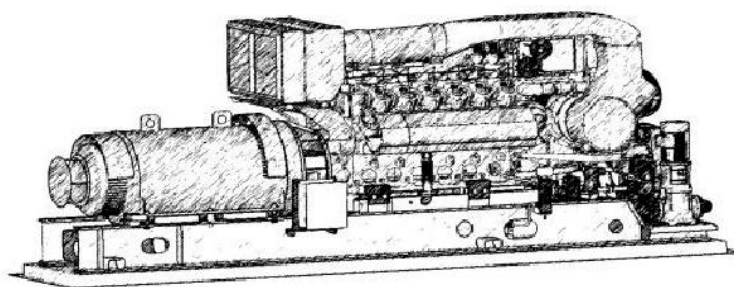


Figura 7.2: Imagem do modelo para o caso 2

Posteriormente visualiza-se quanto as máquinas gastam de gás natural, tal como visualizado no caso1, ou seja, uma média de 172 €/Kwh.

$$(1977 \times 2) \times 0,0436 = 172,394 \text{ €/Kwh}$$

Definindo que o sistema irá funcionar 24 horas por dia, o valor de gás por dia será:

$$172,394 \times 24 = 4137,47 \text{ €/KW dia}$$

Sabendo quanto se consome de gás natural por dia, multiplica-se por cada mês obtendo assim o consumo de gás natural das máquinas. É denotar que estas máquinas necessitam de estar desligadas dois dias por mês para manutenção, tal como no caso 1.

Seguidamente é observado uma tabela onde se constata o consumo anual das máquinas.

Exemplo para Janeiro:

$$29 \times 17,9916 = 521,756 \text{ € mês}$$

$$4137,47 \times 29 = 138859 \text{ €/KW mês}$$

Tabela 7.6: Despesas obtidas com gás natural para cogeração no Caso 2

Mês	Despesas de Gás com cogeração
Janeiro	120.508,39 €
Fevereiro	108.042,00 €
Março	120.508,39 €
Abril	116.352,92 €
Maio	120.508,39 €
Junho	116.352,92 €
Julho	120.508,39 €
Agosto	120.508,39 €
Setembro	116.352,92 €
Outubro	120.508,39 €
Novembro	116.352,92 €
Dezembro	120.508,39 €
Total	1.417.012,41 €

Em relação ao gás natural que se poupa no aquecimento, este irá ter um valor idêntico ao caso 1, dado que a alteração de uma máquina para duas não apresentará interferências, logo os valores da faturação mensal de gás natural serão os mesmos que no caso 1 (tabela 7.3.).

Na tabela seguinte observa-se o valor final de cada mês que terá cada fatura de gás natural com a inclusão da cogeração e a interrupção do fornecimento do gás natural para as caldeiras de aquecimento.

Tabela 7.7: Valor de faturação mensal de gás natural no Caso 2

Mês	Valor atual	Poupança em Gás nas Caldeiras	Despesas de Gás com cogeração	Valor Final
Janeiro	11.398,95 €	48.552,96 €	120.508,39 €	83.354,38 €
Fevereiro	9.559,71 €	43.530,24 €	108.042,00 €	74.071,47 €
Março	9.425,11 €	48.552,96 €	120.508,39 €	81.380,54 €
Abril	7.896,28 €	46.878,72 €	116.352,92 €	77.370,48 €
Maio	7.504,42 €	48.552,96 €	120.508,39 €	79.459,85 €
Junho	6.309,44 €	46.878,72 €	116.352,92 €	75.783,64 €
Julho	6.462,69 €	48.552,96 €	120.508,39 €	78.418,12 €
Agosto	5.898,76 €	48.552,96 €	120.508,39 €	77.854,19 €
Setembro	7.376,47 €	46.878,72 €	116.352,92 €	76.850,67 €
Outubro	8.612,03 €	48.552,96 €	120.508,39 €	80.567,46 €
Novembro	9.801,00 €	46.878,72 €	116.352,92 €	79.275,20 €
Dezembro	11.369,31 €	48.552,96 €	120.508,39 €	83.324,74 €
Total	101.614,17 €	570.915,84 €	1.417.012,41 €	947.710,74 €

A cogeração produz dois tipos de energia, a térmica e a elétrica. A térmica já está calculada anteriormente. O valor que se obtém da energia elétrica vendida à rede irá ser calculado seguidamente.

Um máquina produz 844 KW de energia elétrica, logo, com a venda da sua totalidade a um valor de 0,11€/KW obtém-se um valor por hora de:

$$(844 \times 2) \times 0,11 = 185,68\text{€/Kwh}$$

Multiplicando este valor pelo número de horas de funcionamento da máquina, calcula-se o valor por dia de energia elétrica que é vendida à rede.

$$185,68 \times 24 = 4456,32 \text{ €/KW dia}$$

A tabela seguinte demonstra o valor que se irá poupar num ano com a energia vendida.

Exemplo para Janeiro:

$$4456,32 \times 29 = 129233 \text{ €/KW mês}$$

Tabela 7.8: Venda de energia elétrica mensal no Caso 2

Mês	Venda de eletricidade
Janeiro	129.233,28 €
Fevereiro	115.864,32 €
Março	129.233,28 €
Abril	124.776,96 €
Maio	129.233,28 €
Junho	124.776,96 €
Julho	129.233,28 €
Agosto	129.233,28 €
Setembro	124.776,96 €
Outubro	129.233,28 €
Novembro	124.776,96 €
Dezembro	129.233,28 €
Total	1.519.605,12 €

Sendo assim, como se pode constatar na tabela seguinte, a poupança total anual será em média de 673508€.

Tabela 7.9: Balanço mensal para o Caso 2

Mês	Despesas de Gás com cogeração	Poupança em Gás nas Caldeiras	Venda de eletricidade	Balanço
Janeiro	120.508,39 €	48.552,96 €	129.233,28 €	57.277,85 €
Fevereiro	108.042,00 €	43.530,24 €	115.864,32 €	51.352,56 €
Março	120.508,39 €	48.552,96 €	129.233,28 €	57.277,85 €
Abril	116.352,92 €	46.878,72 €	124.776,96 €	55.302,76 €
Maio	120.508,39 €	48.552,96 €	129.233,28 €	57.277,85 €
Junho	116.352,92 €	46.878,72 €	124.776,96 €	55.302,76 €
Julho	120.508,39 €	48.552,96 €	129.233,28 €	57.277,85 €
Agosto	120.508,39 €	48.552,96 €	129.233,28 €	57.277,85 €
Setembro	116.352,92 €	46.878,72 €	124.776,96 €	55.302,76 €
Outubro	120.508,39 €	48.552,96 €	129.233,28 €	57.277,85 €
Novembro	116.352,92 €	46.878,72 €	124.776,96 €	55.302,76 €
Dezembro	120.508,39 €	48.552,96 €	129.233,28 €	57.277,85 €
Total	1.417.012,41 €	570.915,84 €	1.519.605,12 €	673.508,55 €

7.3. Rentabilidade do projeto

Neste ponto calcula-se a rentabilidade do projeto de cogeração para o caso 1 e 2. Para tal utiliza-se as mesmas expressões do payback, do TIR e do VAL já anteriormente referidas nesta dissertação.

Também é de salientar que o valor de investimento é de cerca de 2000000€ para o caso 1 e de 2250000€ para o caso 2. O que difere os valores de investimento é a

máquina de cogeração, ou seja, para o caso 1 só se tem uma máquina e para o caso 2 tem-se duas máquinas. Isto também vai provocar um aumento nos valores de construção civil uma vez que o espaço terá de ser maior para poder suportar com duas máquinas.

É de salientar que o preço de uma máquina é cerca de 40% do valor final.

Este investimento engloba o seguinte:

Construção civil

- Adaptação ou construção de uma sala destinada aos motores.
- Trabalhos de apoio às instalações elétricas nas salas de média e baixa tensão e nas zonas do traçado dos cabos.

Instalações elétricas de média e baixa tensão

- Fornecimento de posto de transformação para a cogeração (transformador elevador e quadro de média tensão).
- Adaptação do posto de seccionamento existente (ampliação do quadro de média tensão e instalação dos sistemas de proteção e de contagem de energia).
- Cablagens de média e baixa tensão e caminhos de cabos (cabos de media tensão entre o posto de transformação da cogeração e o posto de seccionamento e todas as cablagens de baixa tensão para os equipamentos auxiliares).
- Fornecimento do quadro elétrico de baixa tensão para os serviços auxiliares.
- Rede de terras.

Instalações mecânicas

- Fornecimento dos motores e sistemas de controlo.
- Tubagens e equipamentos relacionados com o sistema de fornecimento de gás.
- Tubagens e equipamentos relacionados com o sistema de aproveitamento da energia térmica.
- Tubagens e equipamentos relacionados com o sistema de escape.
- Fornecimento ou adaptação de equipamentos auxiliares.
- Em relação á manutenção, o valor a ser aplicado é cerca de quinze por cento do valor de energia elétrica vendida à rede. Logo para o primeiro caso o valor de manutenção é de 270072€ e 227941€ para o segundo caso.

7.3.1. Tempo de Retorno Simples

Caso 1:

$$PAYBACK = \frac{2000000}{(732470,86 - 270072)} = 4,3 \text{ Anos}$$

Caso 2:

$$PAYBACK = \frac{2250000}{(673508,55 - 227941)} = 4,5 \text{ Anos}$$

Como se observa nas equações anteriores do payback verifica-se que o caso 1 apresenta um investimento que fica recuperado no final de 4,3 anos e para o caso 2 ao fim 4,5 anos. Logo, em relação a este fator não se pode ter uma análise crítica, uma vez que a diferença entre eles é insignificante.

7.3.2. Valor Atual Líquido (VAL)

Caso 1:

$$VAL = -2000000 + (732470,86 - 270072) * \left[\frac{(1+0,02)^{15} - 1}{0,02(1+0,02)^{15}} \right] = 3941480\text{€}$$

Caso 2:

$$VAL = -2250000 + (673508,55 - 227941) * \left[\frac{(1+0,02)^{15} - 1}{0,02(1+0,02)^{15}} \right] = 3475210\text{€}$$

No que diz respeito ao valor atual líquido observa-se que o caso 1 apresenta um valor melhor do que no caso 2, o que nos leva a dizer que o caso 1 é mais positivo em relação ao caso 2.

7.3.3. Taxa Interna de Rentabilidade (TIR)

Caso 1:

$$0 = -2000000 + (732470,86 - 225006) * \left[\frac{(1+x)^{15} - 1}{x(1+x)^{15}} \right]$$

$$x = 0,21$$

Caso 2:

$$0 = -2250000 + (673508,55 - 227941) * \left[\frac{(1 + x)^{15} - 1}{x(1 + x)^{15}} \right]$$

$$x = 0,18$$

A taxa Interna de Rentabilidade do Solar térmico para o caso 1 será de 21% e para o caso 2 é de 18%.

Assim, verifica-se que o caso 1 tem uma melhor taxa para o financiamento do projeto em causa do que para o caso 2.

CAPÍTULO 8 – CONCLUSÃO



8.1. Análise Conclusiva

A primeira e mais importante fonte renovável de que se dispõe atualmente designa-se por eficiência energética onde consiste na redução do consumo de energia, mantendo os mesmos serviços. Salienta-se ainda que esta deve ser transversal a todos os níveis e não restrita a propriedades mais sofisticadas. Desta forma, devido à sua complexidade afirma-se que é impossível desenvolver uma simples solução para todos os casos, uma vez que nem sempre se atinge uma solução viável de acordo com as necessidades pretendidas.

O custo anual da fatura energética representa uma parcela significativa das despesas de um edifício de serviços. No entanto, esta tendência pode ser revertida uma vez que existe o conhecimento e a tecnologia que permite reduzir a sua utilização. Por outro lado permanecem barreiras organizacionais, financeiras e comportamentais que se apresentam como entraves às tecnologias.

Portugal produz apenas 15% da energia que consome levando assim a uma grande dependência de energias fósseis importadas. Deste modo, verificam-se consequências diretas na economia, uma vez que o custo dos combustíveis fósseis importados é muito alto, o que por sua vez encarece a produção de bens e serviços em território nacional.

Devido às condições climatéricas, Portugal tem um grande potencial de energias renováveis, destacando-se a energia solar. Este caracteriza-se, assim, como o ponto forte na redução do consumo e por consequência na diminuição da importação de energia fóssil.

No entanto, existem outros sistemas que também possibilitam uma grande independência energética, tais como a cogeração, uma vez que com a utilização de uma energia primária produz duas ou três formas de energia. Esta, teve um crescimento significativo em termos de potência instalada e de energia produzida na última década.

Nos edifícios de serviços, nomeadamente as instituições de saúde apresentam um fator desfavorável ao nível da maximização da racionalização dos consumos dado que os equipamentos hospitalares, apesar de serem uma grande parcela em termos de consumo energético, não podem ser otimizados. Logo, esta dissertação centrar-se-á nos consumos térmicos do edifício.

Salienta-se que no ICUF 58% do consumo total de energia é derivado da eletricidade, enquanto 42% é derivado do gás natural. Assim, a eletricidade representa 71% ao passo que o gás natural representa 29% dos custos totais de energia.

O edifício do ICUF está inserido no âmbito do RSECE, uma vez que este tem um sistema de climatização com uma potência instalada superior a 25 KW e uma área maior que 1000m². De acordo com o certificado energético emitido na data de 30/2/2011, o edifício obteve uma classificação de C.

Para a redução dos custos da fatura energética do ICUF relativamente ao sistema térmico sugere-se a implementação de um sistema solar térmico ou de um sistema de cogeração. Estes sistemas trazem inúmeras vantagens dado que permitem diminuir a dependência energética e reduzir as emissões de CO₂.

No que concerne o sistema solar térmico, considerou-se dois casos para o consumo de AQS, um de 12% e outro de 30% do consumo total de água. Os 12% (caso 2) tiveram por base o certificado de eficiência energética. Contudo, após um estudo profundamente elaborado conclui-se que esta percentagem não é suficiente para esta unidade de saúde. Assim, optou-se estudar um segundo caso, onde se definiu um consumo de 30% (caso 1) para AQS.

No caso 1, de modo a obter uma fração solar anual de aproximadamente 50% é necessária a colocação de 85 painéis ocupando uma área de 175m². De destacar que a fração solar não pode ser maior uma vez que para tal se teria de aumentar o número de painéis, fator que se encontra limitado pela área disponível da cobertura da instituição.

Após análise económica evidencia-se que apesar de um investimento de 78202€ obtém-se uma poupança anual na fatura energética na ordem dos 9470€ por ano. Assim, o investimento será recuperado em cerca de 9 anos com uma taxa interna de rentabilidade 9%.

Relativamente ao caso 2, a fração solar obtida foi de 60,2%. Saliencia-se que neste caso se teve em atenção os parâmetros referidos no certificado energético. Desta forma optou-se pela instalação de 50 painéis solares térmicos ocupando uma área de 100m².

No caso 2 observou-se um investimento de 49512€ constatando uma poupança de 4533€ anual. Verificou-se que o investimento será recuperado em 13 anos, com um valor atual líquido de doze mil e trezentos e dois euros com uma taxa interna de rentabilidade de 4%.

Quanto ao sistema de cogeração também se considerou dois casos. Para o dimensionamento destes, considerou-se que deveriam satisfazer uma potência térmica de 1600 KW. As máquinas escolhidas para o estudo são a gás natural, dado que o edifício já está equipado com uma ligação de gás com a rede, enumerando assim, inúmeras vantagens.

As tarifas que se consideraram para o estudo da cogeração é de 0,11€ na venda de energia elétrica produzida e de 0,0436€ mais 17,68€ do termo do tarifário fixo para o gás natural.

No caso 1 implementa-se uma máquina a gás natural, produzindo uma energia térmica de 1977kw, uma energia elétrica de 2000kw com um consumo de gás natural 4576kw, o que traduz em média uma poupança anual de 732470€. Este caso terá um custo ligeiramente inferior, uma vez que necessitará de uma área menor e uma potência produzida maior o que nos trará folga para ampliação futura da instalação.

No caso 2 optou-se por colocar duas máquinas em paralelo, também a gás natural, produzindo uma energia térmica de 856kw, uma energia elétrica de 844kw com um consumo de 1977kw, traduzindo assim, uma poupança final de 673508€. Este, irá proporcionar uma facilidade de exploração muito acrescida dado que se tratam de duas máquinas (uma poderá estar parada para manutenção e a outra contínua em funcionamento, logo se uma avariar a outra poderá continuar a funcionar) e um rendimento melhor da instalação, uma vez que tem consumidores na totalidade da potência térmica não “desperdiçando” assim, a diferença entre o consumo da central e a potência térmica produzida pelo motor.

No que diz respeito à análise económica da cogeração, salienta-se que o caso 1 apresenta um investimento de 2000000€. Contudo, este investimento será recuperado em 4,3 anos, com uma taxa interna de rentabilidade de 21%.

Quanto ao caso 2, este ostenta um investimento de 2250000€. No entanto, após 4,5 anos o investimento estará recuperado. Este, tem uma taxa interna de rentabilidade 19%.

8.2. Perspetivas Futuras

Dando continuidade aos temas discutidos ao longo desta dissertação, podem-se definir algumas das áreas que, tendo por base este trabalho, são passíveis de ser desenvolvidas em futuros trabalhos de investigação.

No resultado obtido do cálculo do IEE constatou-se que o $IEE_{real, facturas}$ é maior que o $IEE_{referencia}$ o que leva a ser necessário realizar um Plano de Racionalização de Energia como manda o regulamento, assim numa perspetiva futura a realização de um Plano de Racionalização de Energia torna-se num aspeto importante na gestão de energia do edifício.

Em relação à indefinição do verdadeiro consumo de AQS aconselha-se à instalação de um contador à saída da caldeira de modo a alcançar os litros de AQS consumidos no edifício. Esta medida leva a um melhoramento no dimensionamento de um sistema solar térmico para o ICUF para uma futura aplicação.

Por outro lado, a análise custo-benefício efetuada poderá vir a ser mais desenvolvida, sendo importante avaliar, a influência dos materiais aplicados, tendo em conta todo o seu ciclo de vida, outras soluções ativas de melhoria da eficiência energética, assim como a capacidade de autossuficiência do edifício em termos energéticos.

BIBLIOGRAFIA

- ADENE – Agência para a Energia. (Dezembro de 2006). GreenBuilding – Eficiência Energética e Energias Renováveis em Edifícios não-residenciais.
- ADENE - Agência para a Energia. (s.d.). Dossier Eficiência Energética.
- Painel Solar Termico. (2009). *Painéis Solares Térmicos*. Obtido em 5 de Junho de 2012, de <http://www.painelsolartermico.com/>
- Absolute Solar. (s.d.). *Solar Hot Water*. (WordPress) Obtido em 24 de 6 de 2012, de Absolute Solar: <http://www.absolutesolar.co.uk/solar-services/solar-hot-water>
- Água Quente Solar. (2004). Guia para Instaladores de Colectores Solares. Lisboa.
- Alibaba. (s.d.). Obtido em 21 de 07 de 2012, de Solar thermal panel: http://www.alibaba.com/product-gs/391463571/solar_thermal_panel/showimage.html
- Barros, H. (2002). *Análise de Projectos de Investimento*. Lisboa: Edições Sílabo, Lda.
- BCSD Portugal. (2005). Manual de boas práticas de eficiência energética. Coimbra.
- BCSD Portugal. (s.d.). *Eficiência Energética em Edifícios: Realidades empresariais e oportunidades*.
- Benito, T. P. (2009). *Práticas de Energia Solar Térmica*. Porto: Publindústria.
- Castro, R. (2011). As Opções Estratégicas da Política de Energias Renováveis em Portugal e os Desafios Tecnológicos. *Renováveis Magazine*.
- Castro, R. (04 de 2011). *Uma Introdução às Energias Renováveis: Eólicas, Fotovoltaicas e Mini-hídricas*. Lisboa, Portugal: IST Press.
- Cogen Portugal. (3 de 06 de 2012). Obtido de Documentos: <http://www.cogenportugal.com/>
- Colecção Regulamentos: Porto Editora. (2006). *Regulamento das Características de Comportamento Técnico dos Edifícios*. Porto: Porto Editora.
- Comissão Europeia, Centro Comum de Investigação. (s.d.). *Mapas Interativos*. (Instituto de Energia) Obtido em 20 de 06 de 2012, de Sistema de Informação Geográfica fotovoltaica: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/pvest.php>
- EDP - Energias de Portugal, S. (2006). Guia prático da eficiência energética. Sair da Casca.
- EDP. (2012). *Relatório de Caracterização de Consumos*. Porto.
- ERSE. (s.d.). *Produção em Regime especial*. Obtido de www.erse.pt
- Galp Energia. (7 de 09 de 2012). *Mercado da cogeração em Portugal*. Obtido de www.galpenenergia.com

- Ganhão, A. M. (2011). *Construção Sustentável - Propostas de melhoria da eficiência energética em edifícios de habitação*. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade Nova de Lisboa.
- Góis, A. F. (09 de 2011). *Demonstração da Viabilidade de Implementação de uma Central de Cogeração a um Centro Informático*. Lisboa, Portugal: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
- Gonçalves, H. (9 de Fevereiro de 2010). *Documentos LNEG*. Obtido de LNEG: www.lneg.pt
- Isolani, P. (Maio de 2008). *EnerBuilding. A utilização racional de energia em edifícios públicos*. Lisboa: Deco.
- Jcc associatio. (s.d.). Obtido em 20 de 7 de 2012, de Painéis solares na Staten Island JCC: <http://conversations.jcca.org/solar-panels-at-the-staten-island-jcc-save-energy-and-money/>
- LNEG. (s.d). *SolTerm - Análise de desempenho de sistemas solares*. Obtido em 17 de Junho de 2012, de LNEG: <http://www.lneg.pt/iedt/projectos/370/>
- Ministério das Obras Públicas, T. e. (2006). Decreto-Lei n.º 79/2006.
- Ministério das Obras Públicas, T. e. (2006). Decreto-Lei n.º 80/2006.
- Ministério de Economia e da Inovação. (2006). Decreto-Lei n.º 78/2006.
- Neutro à Terra. (Junho de 2012). *Cogeração e Trigeração*, pp. 47-52.
- NORQUENTE. (s.d.). Obtido em 20 de 07 de 2012, de Início: <http://www.norquente.pt/index.php>
- Parlamento Europeu. (2002). Diretiva 2002/91/CE do Parlamento Europeu e do Conselho.
- Parlamento Europeu. (2006). Diretiva 2006/32/CE do Parlamento Europeu e do Conselho.
- Pereira, M. C., & Carvalho, M. J. (2003). *Solar Térmico Activo*.
- Portal das Energias Renováveis. (8 de Julho de 2012). *Conceitos - Tecnologias: Colectores Solares Térmicos*. Obtido em 10 de Julho de 2012, de Portal das Energias Renováveis: http://www.energiasrenovaveis.com/DetalheConceitos.asp?ID_conteudo=41&ID_area=8&ID_sub_area=26
- Portal Energia - Noticias e Emprego. (2004). *Solar Térmico - Manual Sobre Tecnologias, Projecto e Instalação*.
- Portal Energia - Noticias e Emprego. (22 de Março de 2009). *Vantagens e Desvantagens da Energia Solar*. Obtido em 01 de Junho de 2012, de Portal Energia - Noticias e Emprego: <http://www.portal-energia.com/vantagens-e-desvantagens-da-energia-solar/>
- Porto Editora. (2006). *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios*. Porto: Porto Editora.

- Rios, A. S. (2008). *Medidas de Eficiência Energética e Ambiental na Indústria*. Vila Real.
- Sá, A. F. (2010). *Guia de Aplicação de Gestão de Energia e Eficiência Energética (2ª Edição)*. Porto: Publindústria.
- Santos, T. A. (02 de 2010). *Serviços de Energia Aplicados à Cogeração*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Schneider Electric. (2009). *Guia de soluções de Eficiência Energética*.
- SOLAR THERMAL. (s.d.). *SOLAR THERMAL Magazine*. Obtido em 26 de 7 de 2012, de Artigos: <http://www.solarthermalmagazine.com/2010/10/14/solar-thermal-power-collectors-lighter-cheaper-and-more-energy-efficient/>
- SOLKOTE. (s.d.). Obtido em 17 de 7 de 2012, de Produtos: <http://www.solec.org/SOLKOTEPictures.htm>
- Tarré, G. T. (2010). *Poderá a reabilitação incorporar a procura da sustentabilidade? Análise de Caso - Moradia Unifamiliar*. Lisboa: Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.
- TiSUN. (s.d.). *Produtos*. Obtido em 29 de 06 de 2012, de Acumulador solar: <http://www.tisun.pt/Produtos/Acumulador-solar/Acumulador-de-agua-quente/Acumulador-de-agua-quente-BE-SSP>
- TOPFRIO. (s.d.). Obtido em 12 de 07 de 2012, de Sistema Solar: <http://www.topfrio.pt/default.aspx?id=14>
- UNITED DREAMS. (s.d.). *Produtos e Serviços*. Obtido em 7 de 6 de 2012, de Eficiência Energética: <http://uniteddreams.sharepoint.com/Pages/EficienciaEnergetica.aspx>
- Vaillant. (s.d.). Obtido em 23 de 07 de 2012, de Products: <http://www.vaillant.co.uk/trade/products-t/solar-heating-t/solar-collectors-t/aurotherm-exclusive-t/>
- Wolf Iberica, S.A.U. (s.d.). *Panel alto rendimiento TopSon CFK-1*. Obtido de Wolf - Sistemas para el ahorro de energía : <http://www.wolf-heiztechnik.de/es/pkp/Producto/Energiasolar/CFK-1.html>

ANEXOS

Anexos I

Equipamentos ICUF

Quadro 1 - Características principais dos equipamentos de produção térmica

Descrição	Chiller 1/2/3	Chiller MCH1 / MCH 2	Caldeira 1/2
Marca	Climaveneta	Climaveneta	Ferrolli
Modelo	FOCS SL 3152	NECS LN 0152	Prextherm RSW 820
Potencia Térmica Unitária [kW]	668	38	820
Potencia Elétrica Unitária [kW]	290	14	-
COP	2,31	2,71	-
Queimador	-	-	ECOFLAM BLU1200
Potencia Elétrica Unitária [kW]	-	-	3,2

O quadro 1 refere algumas características dos três equipamentos de produção térmica, nomeadamente modelo, potência térmica unitária e potência elétrica unitária. No que concerne ao quadro 2 e 3, estes também refere as principais características dos equipamentos de distribuição térmica de aquecimento e arrefecimento, respetivamente, ambos se encontram divididos em dois circuitos, o primário e o secundário.

Quadro 2 - Características principais dos equipamentos de distribuição térmica de aquecimento

Descrição	Central Térmica Aquecimento			
	Circuito Primário	Circuito Secundário		
	BDF1 (x2)/ BDF2 (x2)	BCF1/ BCF2	BCF3 (x2)	BCF3/BCF4
Marca Bomba	Grundfos	Grundfos	Grundfos	Grundfos
Modelo Bomba	TPD 80-120/2	-	-	-
Marca Motor	Grundfos	Dutchi Motors	Grundfos	Grundfos
Modelo Motor	-	DM1 160M3	MGE 90SA2-FT100-D1	MGE 132SC2-FF265-D1
Potência [kW]	1,5	11	1,1	5,5
Caudal [m3/h]	46,5	32,6	5,4	37
Altura Manométrica [m]	7,6	35	21	29
Descrição	Circuito Secundário			
	BDF5 (x2)	BDF6 (x2)	BDF6 (x2)	
Marca Bomba	Grundfos	Grundfos	Grundfos	
Modelo Bomba	-	-	-	
Marca Motor	Grundfos	Grundfos	Grundfos	
Modelo Motor	MGE 90SA2-FT100-D1	MGE 80LC2-FF165-C1	MG 80B4-19FF165-C	
Potência [kW]	1,1	2,2	0,75	
Caudal [m3/h]	7,7	14,4	11	
Altura Manométrica [m]	18	16	8	

Quadro 3 - Características principais dos equipamentos de distribuição térmica de arrefecimento

Descrição	Central Térmica Arrefecimento		
	Circuito Primário	Circuito Secundário	
	BDF1 (x2)/ BDF2 (x2)/ BDF3 (x2)	BCF1/ BCF2	BCF3/BCF4
Marca Bomba	Grundfos	Grundfos	Grundfos
Modelo Bomba	TPD 125-210/4	NK 100-400/349	NK 65-135/322
Marca Motor	Siemens	Eco-Line	Dutchi Motors
Modelo Motor	1LA91634KA91-Z	ECO 200L-4	DM1 160M4
Potência [kW]	11	30	11
Caudal [m3/h]	123,9	166,6	70,3
Altura Manométrica [m]	18,5	35	29
Descrição	Circuito Secundário		
	BDF4 (x2)	BDF5 (x2)	BDF6 (x2)
Marca Bomba	Grundfos	Grundfos	Grundfos
Modelo Bomba	-	-	-
Marca Motor	Grundfos	Grundfos	Grundfos
Modelo Motor	MGE 100LC2-FF215-D1	MMGE160 M2	MG 90LC2-24FF165-D1
Potência [kW]	3	11	2,2
Caudal [m3/h]	25,6	73,4	2,2
Altura Manométrica [m]	21	30	21,8

O quadro 4 apresenta as características das unidades de tratamento de ar, nomeadamente a potência do ventilador, a marca e o número de unidades de tratamento de ar.

Quadro 4 - Características das Unidades de Tratamento de Ar

Descrição	UTA 4.1	UTA 4.2	UTA 4.3	UTA 4.4	UTA 4.5	UTA 4.6
Marca UTA	GEA	GEA	GEA	GEA	GEA	GEA
Caudal Insuflação [m3/h]	3000	3000	800	600	3800	4500
Potência ventilador [kW]	1,1	1,1	0,55	0,55	1,5	-
Caudal Extração [m3/h]	-	-	-	-	3800	-
Potência ventilador [kW]	-	-	-	-	1,1	-
Humidificador [kW]	17,3	17,3	3,8	3,8	6	-
Descrição	UTA 4.7	UTA 5.1	UTA 5.2	UTA 5.3	UTAN 5.1	UTAN 5.2
Marca UTA	GEA	GEA	GEA	GEA	GEA	GEA
Caudal Insuflação [m3/h]	1000	4800	3400	2200	34500	44700
Potência ventilador [kW]	1,5	1,5	1,5	1,1	22	30
Caudal Extração [m3/h]	-	-	3400	-	37150	39500
Potência ventilador [kW]	-	-	0,37	-	18,5	18,5
Humidificador [kW]	-	-	-	-	-	-

No quadro 5 indica-se o tipo de iluminação utilizada no edifício, bem como a sua potência e a quantidade.

Quadro 5 - Tipo e Quantidades de Lâmpadas Existentes no Edifício

Tipo de Lâmpadas	Potência Unitária [W]	Quantidade
Tubulares fluorescentes tipo T8	18	22
Tubulares fluorescentes tipo T8	36	41
Tubulares fluorescentes tipo T8	58	29
Tubulares fluorescentes tipo T5	13	76
Tubulares fluorescentes tipo T5	21	280
Tubulares fluorescentes tipo T5	24	16
Tubulares fluorescentes tipo T5	28	1529
Tubulares fluorescentes tipo T5	35	29
Tubulares fluorescentes tipo T5	39	36
Tubulares fluorescentes tipo T5	54	812

No quadro 6 descreve alguns equipamentos do edifício ICUF onde se especifica a potência média utilizada em funcionamento e em Stand-By, bem como a quantidade de equipamentos.

Quadro 6 - Equipamentos Locais

Tipo Equipamentos	Pot. Unitária Média Func. [W]	Pot. Unitária Média Stand-By [W]	Quantidade
Computadores tipo Desktop	345	5	227
Computadores tipo Laptop	135	2	48
Impressora tipo I (até 20W)	20	0,8	93
Impressora tipo II (entre 20W e 580W)	250	2	60
Fotocopiadoras	3450	50	4
Televisões	120	11	76

Anexos II

Certificado Energético



CERTIFICADO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR

TIPO DE FRACÇÃO/EDIFÍCIO: GRANDE EDIFÍCIO DE SERVIÇOS

Morada / Localização R. Fonte das Sete Ricas, 170

Localidade Senhora da Hora Freguesia SENHORA DA HORA

Concelho MATOSINHOS Região Portugal Continental

Data de emissão 30/03/2011 Data de validade 30/03/2013

Nome do perito qualificado João Carlos Melhão Mendes N.º de PQ PQ01048

Imóvel descrito na Conservatória do Registo Predial de Matosinhos

sob o n.º 1238 Art. matricial n.º 5892 Fogo/Fracção autón. _____

Este certificado resulta de uma verificação efectuada ao edifício ou fracção autónoma, por um perito devidamente qualificado para o efeito, em relação aos requisitos previstos no Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE, Decreto-Lei 79/2006 de 4 de Abril), classificando o imóvel em relação ao respectivo desempenho energético. Este certificado permite identificar possíveis medidas de melhoria de desempenho aplicáveis à fracção autónoma ou edifício, suas partes e respectivos sistemas energéticos e de ventilação, no que respeita ao desempenho energético e à qualidade do ar interior. Para verificar a validade do presente certificado consulte www.adene.pt.

1. ETIQUETA DE DESEMPENHO ENERGÉTICO

INDICADORES DE DESEMPENHO

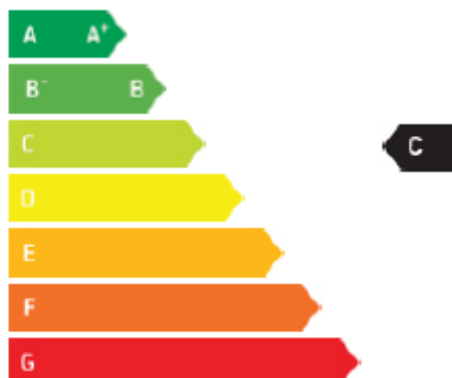
Valor do Indicador de Eficiência Energética nominal (IEEnom) calculado por simulação energética 30,22 kgep/m².ano

Valor do Indicador de Eficiência Energética de referência (IEEref) para edifícios novos (limite inferior da classe B⁻) 27,85 kgep/m².ano

Valor do Indicador de Eficiência Energética correspondente ao limite da classe A⁺ 19,42 kgep/m².ano

Emissões anuais de gases de efeito de estufa associadas ao IEE nominal 405,4 toneladas de CO₂ equivalentes por ano

CLASSE ENERGÉTICA



O indicador de eficiência energética, IEEnom, traduz o consumo nominal específico de um edifício, ou seja, a energia necessária para o funcionamento de um edifício durante um ano tipo, sob padrões nominais de funcionamento e por unidade de área, de forma a permitir comparações objetivas entre diferentes imóveis. Os consumos reais podem variar bastante dos indicados e dependem das atitudes e padrões de comportamento dos utilizadores. O valor de referência para este indicador (IEEref) está definido no D.L. 79/2006 de 4 de Abril para edifícios cuja licença ou autorização de construção é posterior a 4 de Julho de 2006, bem como para edifícios já existentes aquela data. Nos casos de edifício ou fracções autónomas com mais de uma tipologia de atividade, o IEEnom e IEEref correspondem a valores ponderados de acordo com as áreas afectas a cada tipologia.

A classificação energética baseia-se no desempenho energético dos sistemas de climatização e de iluminação do edifício ou fracção autónoma, usando como referência os valores limite de IEE para edifícios novos apresentados no Anexo XI do RSECE. A classe energética resulta do enquadramento do valor de IEE nominal numa escala predefinida e aplicável a todos os edifícios de serviços desta tipologia. O melhor desempenho corresponde à classe A⁺, seguida das classes A, B, C e seguintes, até à classe G de pior desempenho. Os edifícios com licença ou subtracção de construção posterior a 4 de Julho de 2006 apenas poderão ter classe energética igual ou superior a B. Para mais informações sobre a classificação energética de edifícios e sobre este certificado, consulte www.adene.pt.

2. QUALIDADE DO AR INTERIOR (QAI)

O presente imóvel cumpre com os requisitos aplicáveis estabelecidos no D.L. 79/2006 de 4 de Abril relativamente à qualidade do ar interior. Conforme aplicáveis, esses requisitos visam, através da verificação das condições de projecto ou da realização de auditorias periódicas, assegurar que o edifício ou fracção autónoma dispõe de condições adequadas para que as concentrações de poluentes no ar interior sejam inferiores às concentrações máximas de referência, salvaguardando assim a saúde dos seus ocupantes.



3. DESCRIÇÃO SUCINTA DO EDIFÍCIO OU FRACÇÃO AUTÓNOMA

O Instituto CUF, localizado em Matosinhos, tem uma área útil de pavimento de cerca de 11179m² e um pé-direito médio de 3 m. Possui uma potência de climatização instalada superior a 25 kW tratando-se portanto de um grande edifício de serviços existente, no âmbito do RSECE (D.L. 79/06). Trata-se de um edifício de serviços destinado a prestação de cuidados de saúde, consulta externa, exames médicos, fisioterapia e cirurgia ambulatória, constituído por 3 pisos de estacionamento em cota inferior ao solo, um piso ainda em cota inferior ao solo dedicado a serviços de diagnóstico, 4 pisos com gabinetes e salas de exame, um piso dedicado à Administração e serviços de apoio a colaboradores e um piso técnico ao nível da cobertura para acondicionamento de equipamentos AVAC. Foi classificado ao abrigo do regulamento aplicáveis, como sendo um estabelecimento de saúde sem internamento. A entrada principal do edifício localiza-se na fachada Sudoeste e não existem outros edifícios adjacentes. Na sua proximidade encontram-se infra-estruturas e edifícios importante as quais vão condicionar os resultados recolhidos, nomeadamente um centro comercial de grande dimensão e hipermercado (Norte Shopping e Continente) bem como uma zona industrial, onde o tráfego automóvel e fontes poluentes do ar assumem uma dimensão significativa. Localizado perto da Zona Industrial do Porto mas localizado no concelho de Matosinhos, este edifício/fracção encontra-se na zona climática I2V1N, inserido em zona urbana abrangida por gás natural. Encontra-se a cerca de 4 km da costa atlântica e a uma altitude de 75 m. A climatização das diversas fracções é conseguida através de um sistema centralizado baseado em três chillers para produção de água fria, com uma potência total instalada de 2007 kW e duas caldeiras a gás natural para produção de água quente, com uma potência total instalada de 1640 kW. Existem unidades de tratamento de ar novo que é fornecido aos espaços comuns e de circulação, bem como responsáveis pelo fornecimento de mesmo ar novo às unidades terminais, instaladas em cada um dos espaços. Alguns espaços, nomeadamente auditório, salas de cirurgia e recobro, imagiologia entre outros, possuem unidades de tratamento de ar dedicadas e que efectuam o tratamento e insuflação de ar novo para estes mesmos espaços. As unidades terminais são do tipo ventilosconectores, a 4 tubos, instalados em tecto falso, sendo a insuflação geralmente efectuada por difusor e o retorno pelo tecto falso. Os locais de captação surgem junto aos vãos envidraçados. As redes de condutas para distribuição de ar desenvolvem-se em tecto falso e em cassetes técnicas devidamente previstas no edifício.

Área útil de pavimento	11179 m ²	Pé-direito médio ponderado	3 m	Ano de construção	2008	Consumo Anual Global* (só edif. existentes)	5539786 kWh/ano
------------------------	----------------------	----------------------------	-----	-------------------	------	---	-----------------

* O consumo anual global corresponde à energia final utilizada no edifício, sendo determinado pela análise das facturas energéticas (electricidade e combustíveis), sem correcção climática.

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

Sugestões de medidas de melhoria (implementação não obrigatória) (destacadas a negro aquelas usadas no cálculo da nova classe energética)	Redução anual da factura energética	Custo estimado de investimento	Período de retorno do investimento
1 Instalação de sistema solar térmico individual	eee	eeee	eee

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

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

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

C

Pressupostos e observações a considerar na interpretação da informação apresentada:

Perante o consumo previsto de 5500 litros de água quente, isto quer para banhos e duchas, quer para aquecimento das piscinas, fizemos uma simulação para saber quanto é que seria possível produzir e compensar este sistema, através de sistemas solares térmicos.

5. PAREDES, COBERTURAS, PAVIMENTOS E PONTES TÉRMICAS PLANAS

PAREDES

Coefficiente de transmissão térmica superficial (U) em W/m².°C

Descrição da(s) solução(ões) adoptada(s)	da solução	
	máximo regulamentar	
• Paredes Exteriores, revestimento interior em Mármore 20 mm Condutibilidade térmica 3,5 W/(m.°C), Isolamento 50 mm XPS condutibilidade térmica 0,037 W/(m.°C), Tijolo furado de 19 cm Resistência térmica 0,52 (m ² .°C)/W, Reboco 20 mm Condutibilidade térmica 1,3	0,49	1,6



W/(m ² ·°C)		
<ul style="list-style-type: none"> • Paredes interiores, constituídas por revestimentos em ambos os lados por Reboco 20 mm Condutibilidade térmica 1,3 W/(m·°C), Tijolo furado de 110 mm Resistência térmica 0,27 (m²·°C)/W, Reboco 20 mm Condutibilidade térmica 1,3 W/(m·°C) 	1,77	1,6

COBERTURAS

Descrição da(s) solução(ões) adoptada(s)	Coeficiente de transmissão térmica superficial (U) em W/m ² ·°C	
	da solução	máximo regulamentar
<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura exterior, laje, isolamento 100 mm XPS condutibilidade térmica 0,037 W/(m·°C), Betão de regularização 100 mm Condutibilidade térmica 1,65 W/(m·°C), Laje estrutural 400 mm Condutibilidade térmica 2,0 W/(m·°C), Placa de gesso 10 mm Condutibilidade térmica 0,40 W/(m·°C) 	0,32	1

PAVIMENTOS

Descrição da(s) solução(ões) adoptada(s)	Coeficiente de transmissão térmica superficial (U) em W/m ² ·°C	
	da solução	máximo regulamentar
<ul style="list-style-type: none"> • Não aplicável 		

PONTES TÉRMICAS PLANAS

Descrição da(s) solução(ões) adoptada(s)	Coeficiente de transmissão térmica superficial (U) em W/m ² ·°C	
	da solução	máximo regulamentar
<ul style="list-style-type: none"> • Não aplicável 		

6. VÃOS ENVIDRAÇADOS

Descrição da(s) solução(ões) adoptada(s)*	Factor solar	
	da solução	máximo regulamentar
<ul style="list-style-type: none"> • Envidraçados do tipo 1, Vidro duplo incolor de controlo solar, temperado e laminado, em caixilharia metálica, Coeficiente de transmissão térmica: U = 2,6 W/m²·°C; Factor solar: g = 0,41; Protecção solar interior constituída por estore de tela de cor média – tipo "SOLSCREEN" (Fs = 0,30) (100% activado à noite, 0% activado na estação de inverno; 70% activado na estação de verão); Sombreamento exterior fixo em todos os vãos envidraçados, provocado pelas palas horizontais exteriores. 	0,164	0,56

*Nota: Apenas vãos envidraçados com área superior a 5% da área útil de pavimento do espaço que servem, não orientados a Norte e considerando o(s) respectivo(s) dispositivo(s) de protecção 100% activos (portadas, persianas, estores, cortinas, etc.)

7. SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO

Consumo nominal estimado de energia primária para aquecimento	16231 kgep/ano	Consumo nominal estimado de energia primária para arrefecimento	57769 kgep/ano
---	----------------	---	----------------

Nota: os consumos anuais nominais para aquecimento e arrefecimento devem ser afectados dos respectivos factores de correcção climática.

SUBSISTEMA DE PRODUÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA

Descrição da(s) solução(ões) adoptada(s)
<p>• A climatização das diversas fracções é conseguida através de um sistema centralizado baseado em três chillers para produção de água fria, com uma potência total instalada de 2007 kW e duas caldeiras a gás natural para produção de água quente, com uma potência total instalada de 1640 kW. Existem unidades de tratamento de ar novo que é fornecido aos espaços comuns e de circulação, bem como responsáveis pelo fornecimento de mesmo ar novo às unidades terminais, instaladas em cada um dos espaços.</p> <p>Alguns espaços, nomeadamente auditório, salas de cirurgia e recobro, imagiologia entre outros, possuem unidades de tratamento de ar dedicadas e que efectuam o tratamento e insuflação de ar novo para estes mesmos espaços.</p> <p>O edifício é climatizado através de um sistema de centralizado a quatro tubos, sendo a água quente prepara em duas caldeiras e a água fria fornecida por três chillers.</p> <p>A potência total instalada em aquecimento é de 1640 kW e em arrefecimento 2007 kW. As características destes equipamentos estão apresentadas na tabela seguinte.</p> <p>Os chillers e as caldeiras, em interligação com os diferentes equipamentos, promovem o arrefecimento/aquecimento ambiente dos diversos espaços. As unidades de tratamento de ar (UTA e UTAN), unidades de ventilo convecção (UVC) e ventiloconvectores (VC) existentes no edifício são alimentados, por um sistema a 4 tubos pela água quente e fria preparada nestes equipamentos.</p> <p>Associada à central térmica existe, uma central técnica de distribuição, a partir da qual se desenvolvem as redes de distribuição de água refrigerada e água aquecida, onde ficarão localizados bombas circuladoras, colectores de distribuição e demais válvulas e acessórios necessários ao correcto funcionamento dos sistemas de distribuição.</p> <p>O ar insuflado nos diferentes espaços é tratado em UTAs e UTANs instaladas na cobertura do edifício.</p> <p>No total existem 11 UTAs e 2 UTANs que insuflam cerca de 119 900 m³/h, dos quais 94 300 m³/h são ar novo e que servem, respectivamente, os espaços indicados na tabela seguinte.</p> <p>As unidades de ventilo-convecção são do tipo horizontal, de baixo perfil e montadas no interior de tectos falsos. São formadas por secção de mistura de ar com registos de lâminas opostas nas admissões de ar, secção de filtragem, serpentina de água fria, serpentina de água quente e</p>



electro-ventilador de insuflação de ar.
O caudal total insuflado por estas unidades é de 55 000 m³/h dos quais 13650 m³/h são ar novo e servem as zonas referidas na tabela seguinte.
No edifício existem 286 ventiladores do tipo horizontal montados no interior de tectos falsos e com ligação por condutas a difusores.

A piscina é tratada através de uma unidade de desumidificação da CIAT, modelo AQUAIR. Esta unidade dispõe de expansão directa efectuando a recuperação de calor do evaporador. Como se pode verificar no local, dispõe ainda de uma conduta que insufla ar novo na nave. Existem nas instalações condutas rectangulares e circulares. Todas as condutas de extracção encontram-se isoladas termicamente pelo exterior. No exterior as condutas de distribuição e exaustão de ar, são revestidas mecanicamente a película de alumínio.

Grelhas, difusores e válvulas de extracção
Todas as grelhas e difusores são construídos em alumínio anodizado à cor natural sendo algumas pintadas/lacadas em cor branca. Todas as grelhas são fixas aos respectivos plenos.
Tubagens frigoríficas e de distribuição de água quente e fria
Todos os circuitos de distribuição de água quente e fria aos equipamentos consumidores, centralizados e terminais, são executados em tubagem metálica respeitando as boas normas de execução.
No exterior a tubagem de distribuição de água quente e fria, é revestida com película de alumínio para protecção mecânica e da radiação solar sobre o isolamento.

SUBSISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA (CALOR OU FRIO)

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

• Todos os circuitos de distribuição de água quente e fria aos equipamentos consumidores, centralizados e terminais, são executados em tubagem metálica respeitando as boas normas de execução. No exterior a tubagem de distribuição de água quente e fria, é revestida com película de alumínio para protecção mecânica e da radiação solar sobre o isolamento.

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

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

• Existem nas instalações condutas rectangulares e circulares. Todas as condutas de extracção encontram-se isoladas termicamente pelo exterior. No exterior as condutas de distribuição e exaustão de ar, são revestidas mecanicamente a película de alumínio. Todas as grelhas e difusores são construídos em alumínio anodizado à cor natural sendo algumas pintadas/lacadas em cor branca. Todas as grelhas são fixas aos respectivos plenos.

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

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

• Não aplicável

8. ILUMINAÇÃO (INTERIOR E EXTERIOR)

Consumo nominal estimado de energia primária para iluminação interior no edifício ou fracção autónoma

116145 kgep/ano

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

• Foi efectuado o levantamento da iluminação (mapas incluídos em anexo), uma vez que se trata de um dos factores mais importantes no consumo do edifício. Conclui-se que a potência total instalada no edifício é de cerca de 112 kW, ou seja, uma densidade de iluminação de cerca de 5,9 W/m². De acordo com estes levantamentos verificou-se que o edifício é dotado de diversos tipos de equipamentos de iluminação dotados de balastos electrónicos.

9. PREPARAÇÃO DE ÁGUAS QUENTES SANITÁRIAS (AQS)

SISTEMAS CONVENCIONAIS (USAM ENERGIA NÃO RENOVÁVEL)

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

5102 kgep/ano

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

• O sistema de preparação de águas quentes sanitárias é constituído por duas caldeiras a gás natural e depósitos de acumulação. Esta produção é na sua maior parte absorvida pela Fisioterapia, onde as piscinas e banhos quentes assumem um peso significativo. A monitorização da exacta quantidade de água necessária e respectiva temperatura será um dado base muito importante para a estruturação de uma medida de melhoria de racionalização de energia. Os sistemas de evacuação de gases de combustão resultantes da queima de gás ou outros combustíveis associados a este tipo de sistemas está localizado na cobertura, a cotas de expulsão acima dos valores mínimos regulamentares, mas cuja distância a locais de captação poderão ser causa de contaminação por monóxido de carbono (CO). Existem 2 depósitos de acumulação com uma volumetria total de 2000 litros.

10. OUTROS CONSUMOS (INCLUINDO EQUIPAMENTOS)



Descrição da(s) solução(ões) adoptada(s)	Consumo nominal estimado de energia primária
<ul style="list-style-type: none"> No que respeita a ocupação e os equipamentos, tais como motores de ventiladores e bombas, escadas rolantes e outros meios de elevação. Foi efectuado um levantamento junto do proprietário do edifício. O valor de potência associado a equipamentos do edifício é de 11650 W. 	417071 kgep/ano
<ul style="list-style-type: none"> No que respeita a iluminação exterior, a potência instalada é de 417 W, o padrão de funcionamento foi caracterizado junto do Proprietário. 	712 kgep/ano

11. SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

Descrição da(s) solução(ões) adoptada(s)	Energia fornecida pelo sistema
<ul style="list-style-type: none"> Não aplicável 	

Sugestões de medidas de melhoria associadas

Proposta 1 O espaço disponível na cobertura, isto recorrendo a estruturas metálicas e respeitando o enquadramento e limitações urbanísticas, é estimado em 100 m². Poderá colocar-se uma estrutura sobre os equipamentos instalados na cobertura que permita a instalação dos painéis solares e, inclusivamente, proteja os equipamentos da intempérie. Utilizando uma ferramenta de simulação, Solterm, conseguimos prever durante um ano, qual é o aproveitamento de energia solar. Considerando que se possa obter menores custos de instalação deste tipo de sistemas, considerando igualmente que o valor dos incentivos pode ser superior, devido à conjuntura político económica, o tempo de retorno poderá ser inferior aos 7 anos previstos. Um eventual Plano de Racionalização poderá igualmente tentar aumentar a área disponível para montagem de painéis solares térmicos.

Descrição da(s) solução(ões) adoptada(s)	Energia fornecida pelo sistema
<ul style="list-style-type: none"> Não aplicável 	

12. CAUDAIS DE AR NOVO POR ESPAÇO

Descrição do espaço	Caudal de ar novo	
	da solução	mínimo regulamentar
<ul style="list-style-type: none"> Não aplicável 		

13. CONCENTRAÇÕES DOS PRINCIPAIS POLUENTES NO AR INTERIOR (MEDIDOS EM AUDITORIA)

Descrição sucinta da metodologia utilizada, observações, resultados e conclusões	Data da auditoria
<p>Foi realizada a primeira auditoria QAI em Junho de 2009, auditoria esta que revelou um elevado nível de presença de bactérias em alguns espaços, bem como a muito má qualidade do ar no exterior do edifício, o que se pode dever à localização próxima de fonte de poluição graves (zona industrial, tráfego automóvel). Um dos principais factores que influencia na QAI é a renovação do ar no interior dos espaços, bem como a percentagem de ar novo. Foram medidos os caudais de ar insuflado e extraídos dos principais espaços, no sentido de avaliar se este factor é prejudicial ou não. Verifica-se um desequilíbrio entre os caudais previstos em projecto e os verificados, sendo portanto proposto como medida de melhoria uma auditoria exaustiva para afinação de caudais de forma a repor a situação de projecto. Foram apresentadas medidas correctivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eliminar ou substituir a fonte - Mitigar a acção da fonte - Diluir o ar interior com um ar menos contaminado - Eliminar os contaminantes presentes no ar com outros métodos distintos da diluição - Verificar a eficácia da ventilação - Controlar as diferenças de pressão - Utilizar extração localizada - Avaliação das condições higiénicas do sistema AVAC, por inspecção visual e medição quantitativa da sujidade no interior das condutas e das UTA, de forma a evitar a presença de agentes patogénicos - Avaliação da capacidade de filtragem do sistema, por verificação do estado dos filtros e da sua eficácia <p>As medidas correctivas foram implementadas com sucesso e repetida a auditoria QAI nos pontos não regulamentares, resultados agora favoráveis e registados em relatório. Considera-se a Qualidade do Ar Interior Regulamentar.</p>	16/02/2011



Valores verificados em auditoria para os principais parâmetros e poluentes	Concentração medida	Concentração máxima de referência
Partículas suspensas no ar com diâmetro inferior a 10 microns (PM10)	0,07 mg/m ³	0,15 mg/m ³
Dióxido de Carbono	724 mg/m ³	1800 mg/m ³
Monóxido de Carbono	0,73 mg/m ³	12,5 mg/m ³
Ozono	0,08 mg/m ³	0,2 mg/m ³
Formaldeído	0,095 mg/m ³	0,1 mg/m ³
Compostos Orgânicos Voláteis Totais	0 mg/m ³	0,6 mg/m ³
Microrganismos - bactérias	470 UFC/m ³	500 UFC/m ³
Microrganismos - fungos	36 UFC/m ³	500 UFC/m ³
Legionella	0 UFC/l	100 UFC/l
Radão	123 Bq/m ³	400 Bq/m ³

14. CONDUÇÃO E MANUTENÇÃO DAS INSTALAÇÕES E SISTEMAS ENERGÉTICOS

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

- Foram garantidos pelo Dono do Edifício, TRF e empresa de Manutenção, de acordo com os seguintes requisitos. Documentação necessária ao suporte da Manutenção:
 - Cópia do contrato de manutenção AVAC;
 - Cópia da identificação dos Técnicos TRF, TIM e TQAI;
 - Verificar as condições das salas técnicas, nomeadamente:
 - A existência de um PMP corroborado pelo SCE
 - Todas as operações de manutenção devem ser realizadas sob responsabilidade de técnico certificado, com competências definidas no art.º 21.
 - A sua execução deve ser realizada por técnicos certificados, conforme competências definidas no art.º 22.
 - O livro de ocorrências deve registar todas as alterações e reparações efectuadas ao sistema.
 - A acessibilidade para manutenção da instalação e acesso às portas de visita devem ser sempre garantidas.
 - A sala de máquinas ou gabinete de manutenção e o PMP devem conter (art. 19 pontos 6 e 8):
 - Projecto actualizado;
 - Livro de ocorrências;
 - Instruções de funcionamento;
 - Informações de condução da instalação;
 - Instruções de operação e manuseamento em caso de emergência;
 - Esquemas de princípio de toda a instalação;
 - Relatórios de ensaios;
 - Documentação técnica.

15. TÉCNICOS RESPONSÁVEIS

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

Nome do técnico Rui Tiago Matos Moreira Ferreira da Cunha

Ordem ou Associação Profissional Ordem do Engenheiros N.º de membro 61581

TÉCNICO DE INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO

Nome do técnico José Pedro Ferreira Duarte

Empresa Efacec - Sistemas de Gestão, SA N.º de alvará 27035
IMOPPI / InCI

TÉCNICO DE QUALIDADE DO AR INTERIOR

Nome do técnico José Pedro Ferreira Duarte

Empresa Efacec - Sistemas de Gestão, SA N.º de alvará 27035
IMOPPI / InCI

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

**CALDEIRAS**

Principais resultados da(s) inspeção(ões) realizada(s)

- Não aplicável

SISTEMAS DE AQUECIMENTO COM CALDEIRAS

Principais resultados da(s) inspeção(ões) realizada(s)

- Não aplicável

EQUIPAMENTOS DE AR CONDICIONADO

Principais resultados da(s) inspeção(ões) realizada(s)

- Não aplicável

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

Foram equacionadas outras medidas de melhoria que deverão ser aprofundadas devido ao considerável consumo do edifício. Meios de Elevação e Escadas Rolantes, Poderão ser implementados mecanismos de poupança de energia com variadores de velocidade mais eficientes, podendo ser mesmos equacionadas paragens totais de alguns dos mecanismos em períodos de utilização quase ou praticamente nula. Motores de ventiladores associados a UTA's e UTAN's Um dos aspectos mais evidente que verificamos na n° auditoria, foi o padrão de funcionamento dos ventiladores destes equipamentos. Será muito vantajoso estudar ao pormenor mecanismos de monitorização de taxas de ocupação dos diversos espaços, mesmo através de sondas CO2, e com estes valores dosear o caudal de ventilação, conseguindo com este mecanismo, diminuir os consumos respectivos. Regulação de iluminação através de sensores de presença Principalmente nos corredores técnicos, existe muitos circuitos de iluminação permanentemente ligados, o que ao final do ano representam uma fatia significativa. Caso a taxa de ligação de iluminação passe para 70%, representa uma redução de 30%, numa área estimada em todos os pisos de 350 m2, sendo a taxa de iluminação média de 8 W/m2, num período de activação de 16 horas por dia, resulta a seguinte redução de consumos: O estudo de todas estas medidas de melhoria tiveram como suporte a simulação dinâmica desenvolvida, com recurso ao software Trace 700 v6.2.4.

Anexos III

Simulação do SolTerm para o Caso 1

SolTerm 5.1

Estimativa de desempenho de sistema solar térmico

Campo de colectores

Modelo de colector: wolf CFK 1
85 módulos (170,0 m²)
Inclinação 36° - Azimute sul

Coefficientes de perdas térmicas: a1= 3,669 w/m²/K a2= 0,018 w/m²/K²

Rendimento óptico: 76,7%

Modificador de ângulo transversal: a 0° 5° 10° 15° 20° 25° 30° 35° 40° 45°
50° 55° 60° 65° 70° 75° 80° 85° 90°
1,00 1,00 1,00 1,00 0,99 0,99 0,99 0,98 0,97 0,96
0,95 0,93 0,91 0,88 0,83 0,74 0,57 0,05 0,00

Modificador de ângulo longitudinal: a 0° 5° 10° 15° 20° 25° 30° 35° 40° 45°
50° 55° 60° 65° 70° 75° 80° 85° 90°
1,00 1,00 1,00 1,00 0,99 0,99 0,99 0,98 0,97 0,96
0,95 0,93 0,91 0,88 0,83 0,74 0,57 0,05 0,00;

Permutador

Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%

Caudal no grupo painel/permutador: 45,0 l/m² por hora (=2,13 l/s)

Depósito

Modelo: Depósito 3000L
Volume: 6000 l
Área externa: 33,44 m²
Material: médio condutor de calor
Posição vertical
Deflectores interiores
Coefficiente de perdas térmicas: 33,44 w/K

2 conjuntos depósito/permutador.

Tubagens

Comprimento total: 38,0 m
Percurso no exterior: 9,5 m com protecção mecânica
Diâmetro interno: 61,0 mm
Espessura do tubo metálico: 1,5 mm
Espessura do isolamento: 33,0 mm
Condutividade térmica do metal: 380 w/m/K
Condutividade térmica do isolamento: 0,030 w/m/K

Carga térmica: segunda a sexta

ICUF 30% de Água Quente

Temperatura nominal de consumo: 60°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	12	13	14	15	16	17	17	16	15	13	12

Matosinhos_85x_wolf_CFK_1_com_60001

Perfis de consumo (1) hora												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
01												
02												
03												
04												
05												
06												
07												
08												
09												
10	1583	1607	1433	1386	1386	1286	1286	1207	1400	1387	1413	1333
11	1583	1607	1433	1386	1386	1286	1286	1207	1400	1387	1413	1333
12	1583	1607	1433	1386	1386	1286	1286	1207	1400	1387	1413	1333
13	1583	1607	1433	1386	1386	1286	1286	1207	1400	1387	1413	1333
14	1583	1607	1433	1386	1386	1286	1286	1207	1400	1387	1413	1333
15	1583	1607	1433	1386	1386	1286	1286	1207	1400	1387	1413	1333
16	1583	1607	1433	1386	1386	1286	1286	1207	1400	1387	1413	1333
17	1583	1607	1433	1386	1386	1286	1286	1207	1400	1387	1413	1333
18	1583	1607	1433	1386	1386	1286	1286	1207	1400	1387	1413	1333
19	1583	1607	1433	1386	1386	1286	1286	1207	1400	1387	1413	1333
20												
21												
22												
23												
24												
diário	15830	16070	14330	13860	13860	12860	12860	12070	14000	13870	14130	13330

Carga térmica: fim-de-semana

ICUF 30% de Água Quente

Temperatura nominal de consumo: 60°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	12	13	14	15	16	17	17	16	15	13	12

Perfis de consumo (1) hora												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
01												
02												
03												
04												
05												
06												
07												
08												
09												
10	1583	1607	1433	1386	1386	1286	1286	1207	1400	1387	1413	1333
11	1583	1607	1433	1386	1386	1286	1286	1207	1400	1387	1413	1333
12	1583	1607	1433	1386	1386	1286	1286	1207	1400	1387	1413	1333
13	1583	1607	1433	1386	1386	1286	1286	1207	1400	1387	1413	1333
14	1583	1607	1433	1386	1386	1286	1286	1207	1400	1387	1413	1333
15	1583	1607	1433	1386	1386	1286	1286	1207	1400	1387	1413	1333
16	1583	1607	1433	1386	1386	1286	1286	1207	1400	1387	1413	1333
17	1583	1607	1433	1386	1386	1286	1286	1207	1400	1387	1413	1333
18	1583	1607	1433	1386	1386	1286	1286	1207	1400	1387	1413	1333
19	1583	1607	1433	1386	1386	1286	1286	1207	1400	1387	1413	1333
20												
21												
22												
23												
24												
diário	15830	16070	14330	13860	13860	12860	12860	12070	14000	13870	14130	13330

Localização, posição e envolvente do sistema

Concelho de Matosinhos

Coordenadas nominais: 41,2°N, 8,7°W

Matosinhos_85x_wolf_CFK_1_com_60001

TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (LNEG(2009) www.lneg.pt solterm.suporte@lneg.pt)

Obstruções do horizonte: por defeito

Orientação do painel: inclinação 36° - azimute 0°

Balanço energético mensal e anual

	Rad.Horiz. kwh/m ²	Rad.Inclin. kwh/m ²	Desperdiçado kwh	Fornecido kwh	Carga kwh	Apoio kwh
Janeiro	50	83	,	7626	27519	19893
Fevereiro	68	97	,	8553	25105	16552
Março	105	130	,	11003	24363	13361
Abril	143	154	,	12723	22428	9704
Maio	174	170	,	13595	22590	8995
Junho	185	172	,	13208	19681	6473
Julho	206	197	,	15412	19920	4507
Agosto	183	192	,	15057	18733	3677
Setembro	128	150	,	13013	21300	8287
Outubro	94	130	,	11511	22481	10970
Novembro	60	97	,	8719	23157	14438
Dezembro	47	83	,	7330	23116	15786
Anual	1444	1655	,	137751	270392	132641

Fracção solar: 50,9%

Rendimento global anual do sistema: 49%

Produtividade: 810 kwh/[m² colector]

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

Anexos IV

Simulação do SolTerm para o Caso 2

SolTerm 5.1

Estimativa de desempenho de sistema solar térmico

Campo de colectores

Modelo de colector: wolf CFK 1
50 módulos (100,0 m²)
Inclinação 36° - Azimute Sul

Coefficientes de perdas térmicas: a1= 3,669 w/m²/K a2= 0,018 w/m²/K²

Rendimento óptico: 76,7%

Modificador de ângulo transversal: a

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
50°	0,95	0,93	0,91	0,88	0,83	0,74	0,57	0,05	0,00	
55°										
60°										
65°										
70°										
75°										
80°										
85°										
90°										

Modificador de ângulo longitudinal: a

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
50°	0,95	0,93	0,91	0,88	0,83	0,74	0,57	0,05	0,00	
55°										
60°										
65°										
70°										
75°										
80°										
85°										
90°										

Permutador

Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%

Caudal no grupo painel/permutador: 45,0 l/m² por hora (=1,25 l/s)

Depósito

Modelo: Depósito 3000L
Volume: 6000 l
Área externa: 33,44 m²
Material: médio condutor de calor
Posição vertical
Deflectores interiores
Coefficiente de perdas térmicas: 33,44 w/K

2 conjuntos depósito/permutador.

Tubagens

Comprimento total: 38,0 m
Percurso no exterior: 9,5 m com protecção mecânica
Diâmetro interno: 61,0 mm
Espessura do tubo metálico: 1,5 mm
Espessura do isolamento: 33,0 mm
Condutividade térmica do metal: 380 w/m/K
Condutividade térmica do isolamento: 0,030 w/m/K

Carga térmica: segunda a sexta

ICUF 12% de Água Quente

Temperatura nominal de consumo: 60°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	12	13	14	15	16	17	17	16	15	13	12

Matosinhos_50x_wolf_CFK_1_com_60001

Perfis de consumo (1)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
hora												
01												
02												
03												
04												
05												
06												
07												
08												
09												
10	609	642	555	555	536	514	497	466	558	536	565	516
11	609	642	555	555	536	514	497	466	558	536	536	516
12	609	642	555	555	536	514	497	466	558	536	536	516
13	609	642	555	555	536	514	497	466	558	536	536	516
14	609	642	555	555	536	514	497	466	558	536	536	516
15	609	642	555	555	536	514	497	466	558	536	536	516
16	609	642	555	555	536	514	497	466	558	536	536	516
17	609	642	555	555	536	514	497	466	558	536	536	516
18	609	642	555	555	536	514	497	466	558	536	536	516
19	609	642	555	555	536	514	497	466	558	536	536	516
20												
21												
22												
23												
24												
diário	6090	6420	5550	5550	5360	5140	4970	4660	5580	5360	5389	5160

 Carga térmica: fim-de-semana

ICUF 12% de Água Quente

Temperatura nominal de consumo: 60°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	12	13	14	15	16	17	17	16	15	13	12
Perfis de consumo (1)												
hora	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
01												
02												
03												
04												
05												
06												
07												
08												
09												
10	609	642	555	555	536	514	497	466	558	536	565	516
11	609	642	555	555	536	514	497	466	558	536	536	516
12	609	642	555	555	536	514	497	466	558	536	536	516
13	609	642	555	555	536	514	497	466	558	536	536	516
14	609	642	555	555	536	514	497	466	558	536	536	516
15	609	642	555	555	536	514	497	466	558	536	536	516
16	609	642	555	555	536	514	497	466	558	536	536	516
17	609	642	555	555	536	514	497	466	558	536	536	516
18	609	642	555	555	536	514	497	466	558	536	536	516
19	609	642	555	555	536	514	497	466	558	536	536	516
20												
21												
22												
23												
24												
diário	6090	6420	5550	5550	5360	5140	4970	4660	5580	5360	5389	5160

 Localização, posição e envolvente do sistema

Concelho de Matosinhos

Coordenadas nominais: 41,2°N, 8,7°W

TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (LNEG(2009) www.lneg.pt solterm.suporte@lneg.pt)

Matosinhos_50x_wolf_CFK_1_com_60001

Obstruções do horizonte: por defeito

Orientação do painel: inclinação 36° - azimute 0°

Balanço energético mensal e anual

	Rad.Horiz. kwh/m ²	Rad.Inclin. kwh/m ²	Desperdiçado kwh	Fornecido kwh	Carga kwh	Apoio kwh
Janeiro	50	83	,	3966	10587	6621
Fevereiro	68	97	,	4381	10029	5648
Março	105	130	,	5483	9436	3953
Abril	143	154	,	6280	8981	2701
Maio	174	170	,	6547	8736	2189
Junho	185	172	,	6386	7866	1480
Julho	206	197	,	6982	7698	716
Agosto	183	192	,	6611	7233	622
Setembro	128	150	,	6266	8490	2224
Outubro	94	130	,	5644	8688	3044
Novembro	60	97	,	4414	8832	4418
Dezembro	47	83	,	3707	8948	5241
Anual	1444	1655	,	66667	105523	38856

Fracção solar: 63,2%

Rendimento global anual do sistema: 40%

Produtividade: 667 kwh/[m² colector]

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

Anexos V

Dados Técnicos do Painel

TopSon CFK-1



Sistemas para el ahorro de energía

Captador solar de alto rendimiento Wolf CFK-1





Dispone de una estructura de bañera autoportante



Junta de estanqueidad EPDM para garantizar la estanqueidad



Buen autovaciado



2 Conexiones a izquierda/derecha
Conexión unilateral o diagonal
Circulación homogénea

Captador solar de alto rendimiento TopSon CFK-1

Para producción de A.C.S., apoyo a calefacción,
climatización en piscinas cubiertas y descubiertas

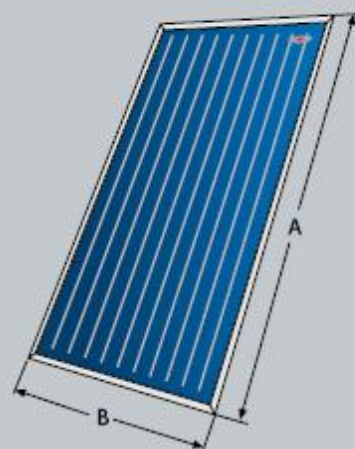


Características de TopSon CFK-1:

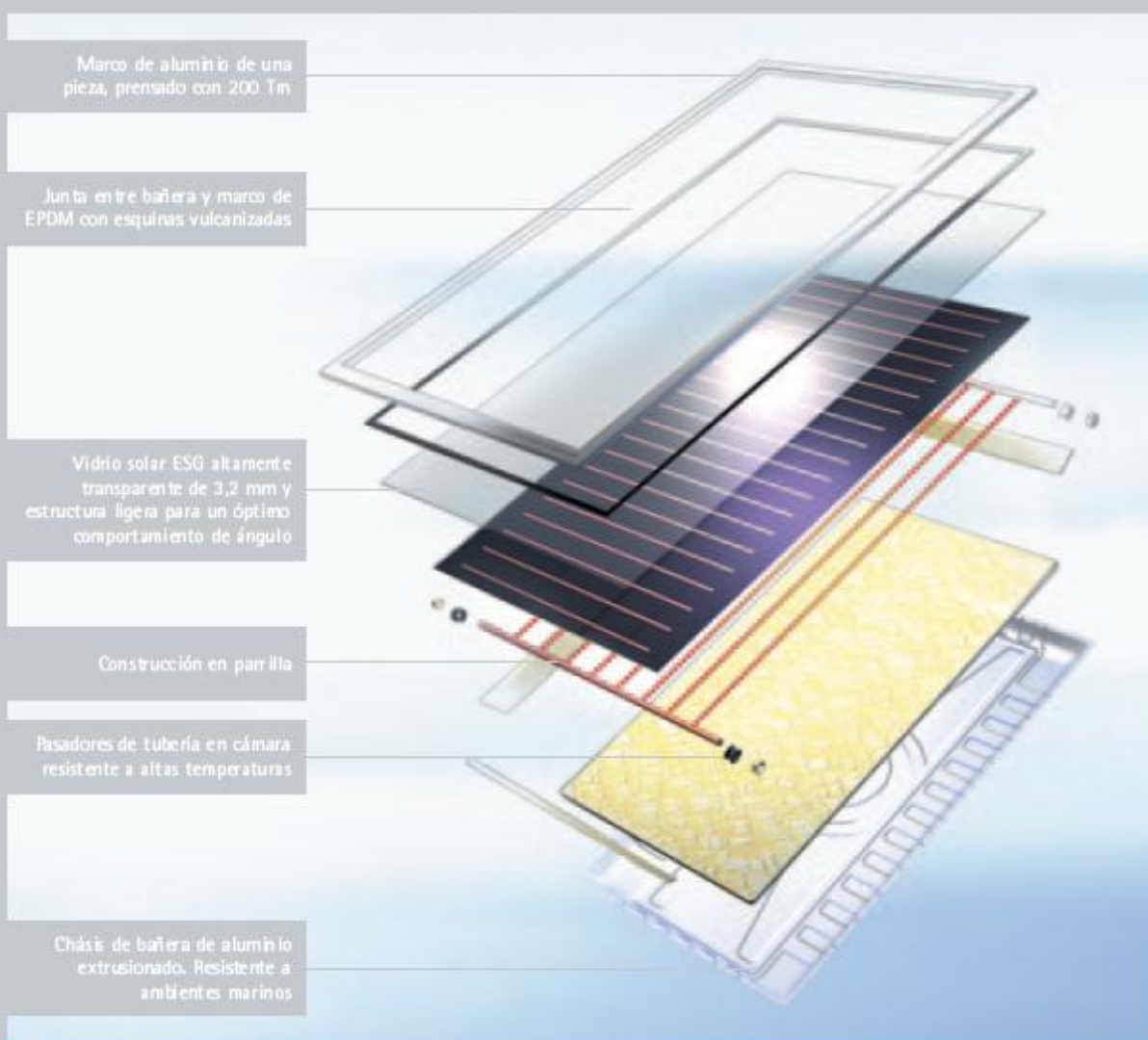
- Captador solar de alto rendimiento según DIN 4757 y homologado según EN12975-2
- Captador resistente al ambiente, a altas temperaturas, incluso vacío.
- Carcasa en aluminio, forma de bañera autoportante. Resistente en ambientes marinos.
- Vidrio de 3 mm de espesor con mayor coeficiente de transmisión, a prueba de granizo según la EN12975.
- Aislamiento inferior a 60 mm.
- Superficie total 2,3 m².
- Unión entre carcasa de aluminio para reducir peso y vidrio con compensador de temperatura.
- Filtros de aire permanentes para asegurar ventilación.
- Distintivo Angel Azul de medioambiente por el alto rendimiento y alta calidad de los materiales totalmente reciclables.
- Los conjuntos de montaje (en tejado, sobre tejado, sobre cubierta plana) permite instalar los captadores de forma fácil y cómoda.
- La cantidad de líquido que contiene el captador se ha reducido al mínimo, de forma que el medio puede absorber rápidamente el calor y transmitirlo al intercambiador.
- En CFK-1 sistema de construcción en parrilla consiguiendo una menor pérdida de carga.
- **5 años de garantía.**

Datos Técnicos*

Captador solar TopSon		CFK-1
Largo x Ancho x Profundo [A x B x C]	mm	2089 x 1089 x 110
Distancia entre conexiones	Dmm	1900
Conexiones (en la pieza de conexión)	G	3/4"
Ángulo de inclinación		15° - 90°
Absorción de energía**	%	76,7
Coefficiente de transmisión de calor k1 **	W/(m² K)	3,689
Coefficiente de transmisión de calor k2 **	W/(m² K)	0,018
Temperatura de parada máx. (en seco)	°C	196
Eficacia visual (factor de conversión) K50* **	%	95,2
Capacidad térmica efectiva C**	kJ/(m² K)	4,723
Presión de régimen admisible	bar	10
Superficie del captador / Superficie útil	m²	2,3 / 2
Capacidad	litr	1,1
Peso (vacío)	kg	3,6
Caudal admisible	Ltr./h	90
Fluido calorportante		ANRO
Certificado Solar-Keymark		011-75591F
Certificado homologación		NPS-28709



**Valores según EN 12975. *Reservado el derecho de modificaciones técnicas



Marco de aluminio de una pieza, prensado con 200 Tm

Junta entre bañera y marco de EPDM con esquinas vulcanizadas

Vidrio solar ESG altamente transparente de 3,2 mm y estructura ligera para un óptimo comportamiento de ángulo

Construcción en parrilla

Pasadores de tubería en cámara resistente a altas temperaturas

Chasis de bañera de aluminio extrusionado. Resistente a ambientes marinos

Regulación. Energía solar TopLine



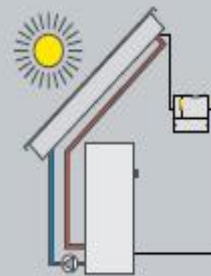
Módulo solar de mando BM1

- Regula un circuito solar.
- En combinación con la SM1, sólo en el caso de que no exista un módulo BM de la caldera.
- Mediante este módulo se pueden modificar, visualizar valores y acceder a códigos de error.



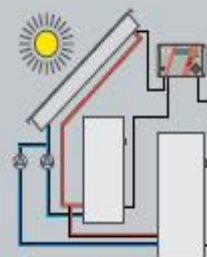
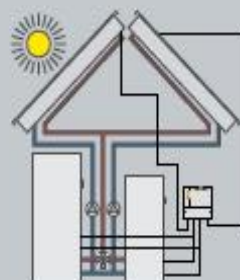
Módulo solar SM-1

- Módulo para instalación solar con un circuito único mediante regulación diferencial de temperatura, compara la temperatura del acumulador y de los captadores.
- Compara la temperatura de los acumuladores y de los captadores, comandando las bombas del circuito solar según los parámetros prefijados.
- Dispone de un interface para e-Bus y puede integrarse en el sistema de regulación WOLF.



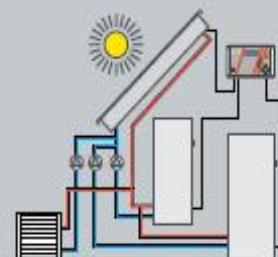
Módulo solar SM-2

- Módulo para instalación de energía solar mediante regulación diferencial de temperatura, apta para instalaciones de 2 acumuladores y 2 baterías a dos aguas.
- Compara la temperatura de los acumuladores y de los captadores, comandando las bombas de los circuitos solares según los parámetros prefijados.
- Dispone de un interface para e-Bus y puede integrarse en el sistema de regulación Wolf.



Regulación solar Digisolar MF

- Para instalaciones de hasta tres circuitos y dos zonas de captadores Est/Oeste.
- Regulación guiada por menú en display con 2 líneas.
- Limitación de temperatura para interacumuladores, protección contra sobrecalentamiento, visualización y ajuste de temperatura, visualización de estado, contador de horas integrado independiente por cada circuito. Apta para conexión de contador de energía.



Anexos VI

Orçamento do Caso 1

ICUF MATOSINHOS

ORÇAMENTO	
DATA	

POS.	DESIGNÇÃO	UC	Qt	PREÇO UNIT.	TOTAL
	Fornecimento e montagem de:				
	SOLAR				
	Painéis solares, incluindo suportes conforme caderno encargos	un	85	741,80	63.053,00
	Circuladores duplos "in-line" de velocidade fixa BAQS1	un	1	541,90	541,90
	Vaso de expansão solar com pressão máxima de trabalho de 8bar e pressão de enchimento de 2,5bar VEXS1 - 400 Litros	un	1	483,90	483,90
	Ponto de carga de água glicolada	un	1	192,60	192,60
	Adição de monopropilenoglicol ao circuito primário do solar	cj	1	541,00	541,00
	Depósitos de acumulação e preparação de AQS DAQS1 - 3000 Litros	un	1	1.986,30	1.986,30
	DAQS2 - 3000 Litros	un	1	1.986,30	1.986,30
	Permutador de calor de placas PC4	un	1	497,90	497,90
	REDES HIDRÁULICAS E ACESSÓRIOS				
	Tubagem galvanizada sem isolamento Ø 3/4"	m	6	8,30	49,80
	Tubagem multicamada sem isolamento para AQS Ø 2"	m	9	37,80	340,20
	Tubagem multicamada com isolamento e revestimento para AQS Ø 2"	m	7	47,50	332,50
	Tubagem de cobre incluindo acessório e devidamente isolada e revestida Ø 15	m	70	32,70	2.289,00
	Ø 18	m	50	34,60	1.730,00
	Ø 35	m	5	52,10	260,50
	Ø 42	m	3	55,30	165,90
	Ø 64	m	5	73,90	369,50
	Válvulas de regulação e medição de caudal tipo "TA". Ø 1/2"	un	7	21,60	151,20
	Válvulas de seccionamento Ø 1/2"	un	40	5,20	208,00
	Ø 3/4"	un	6	5,20	31,20
	Ø 2"	un	8	14,80	118,40
	Ø 2 1/2"	un	4	103,50	414,00
	Válvulas de retenção, conforme espec. téc. Ø 3/4"	un	1	5,80	5,80
	Ø 2"	un	1	18,70	18,70
	Ø 2 1/2"	un	1	102,80	102,80
	Válvula de segurança Ø 1/2"	un	3	117,90	353,70
	Purgadores solares manuais com válvula de corte de 1/2"	un	10	27,80	278,00
	Válvula misturadora termostática Ø 2"	un	1	106,00	106,00
	Manómetro com válvula de corte de 1/2"	cj	4	43,10	172,40
	Termómetros com bainha de aço inox	un	4	34,20	136,80

ICUF MATOSINHOS

ORÇAMENTO:
 DATA:

POS.	DESIGNAÇÃO	UC	Qt	PREÇO UNIT.	TOTAL
	Válvulas de 3 vias motorizadas com actuador On/Off Ø 2"	un	2	121,80	243,60
	EQUIPAMENTOS DE COMANDO E CONTROLO				
	Controlador diferencial incluindo sondas de temperatura	cj.	1	321,20	321,20
	INSTALAÇÃO ELÉCTRICA				
	Quadros eléctricos de potência				
	Canalizações eléctricas para ligações de potência, comando e controlo da instalação	cj	1	320,00	320,00
	TRABALHOS COMPLEMENTARES				
	Grua	cj	1	400,00	400,00
TOTAL GLOBAL S/ IVA					78.202,10 €

Anexos VII

Orçamento do Caso 2

ICUF MATOSINHOS

ORÇAMENTO
DATA

POS.	DESIGNAÇÃO	UC	Qt		PREÇOUNT.	TOTAL
	Fornecimento e montagem de:					
	SOLAR					
	Painéis solares, incluindo suportes conforme caderno encargos	un	50	891	741,80	37.090,00
	Circuladores duplos "in-line" de velocidade fixa BAQS1	un	1	891	541,90	541,90
	Vaso de expansão solar com pressão máxima de trabalho de 8bar e pressão de enchimento de 2,5bar VEXS1 - 400 Litros	un	1	616	483,90	483,90
	Ponto de carga de água glicolada	un	1	231	192,60	192,60
	Adição de monopropilenoglicol ao circuito primário do solar	cj	1	1276	541,00	541,00
	Depósitos de acumulação e preparação de AQS DAQS1 - 3000 Litros	un	1	4576	1.986,30	1.986,30
	DAQS2 - 3000 Litros	un	1	4576	1.986,30	1.986,30
	Permutador de calor de placas PC4	un	1	616	497,90	497,90
	REDES HIDRÁULICAS E ACESSÓRIOS					
	Tubagem galvanizada sem isolamento Ø 3/4"	m	3	11,48	8,30	24,90
	Tubagem multicamada sem isolamento para AQS Ø 2"	m	6	55	37,80	226,80
	Tubagem multicamada com isolamento e revestimento para AQS Ø 2"	m	4	66	47,50	190,00
	Tubagem de cobre incluindo acessório e devidamente isolada e revestida Ø 15	m	50	50,1	32,70	1.635,00
	Ø 18	m	30	52,72	34,60	1.038,00
	Ø 35	m	3	62,53	52,10	156,30
	Ø 42	m	2	70,23	55,30	110,60
	Ø 64	m	3	106	73,90	221,70
	Válvulas de regulação e medição de caudal tipo "TA". Ø 1/2"	un	5	33,76	21,60	108,00
	Válvulas de seccionamento Ø 1/2"	un	20	7,72	5,20	104,00
	Ø 3/4"	un	4	8,53	5,20	20,80
	Ø 2"	un	5	25,17	14,80	74,00
	Ø 2 1/2"	un	2	138,7	103,50	207,00
	Válvulas de retenção, conforme espec. téc. Ø 3/4"	un	1	7,9	5,80	5,80
	Ø 2"	un	1	26,23	18,70	18,70
	Ø 2 1/2"	un	1	117,6	102,80	102,80
	Válvula de segurança Ø 1/2"	un	2	131,2	117,90	235,80
	Purgadores solares manuais com válvula de corte de 1/2"	un	6	55,37	27,80	166,80
	Válvula misturadora termostática Ø 2"	un	1	275	106,00	106,00
	Manómetro com válvula de corte de 1/2"	cj	2	55	43,10	86,20
	Termómetros com bainha de aço inox	un	2	55	34,20	68,40

ICUF MATOSINHOS

ORÇAMENTO
 DATA

POS.	DESCRIÇÃO	UC	Qt		PREÇO UNIT.	TOTAL
	Válvulas de 3 vias motorizadas com actuador On/Off Ø 2"	un	2	275	121,80	243,60
	EQUIPAMENTOS DE COMANDO E CONTROLO					
	Controlador diferencial incluindo sondas de temperatura	cj.	1	1122	321,20	321,20
	INSTALAÇÃO ELÉCTRICA					
	Quadros eléctricos de potência					
	Canalizações eléctricas para ligações de potência, comando e controlo da instalação	cj	1	1000	320,00	320,00
	TRABALHOS COMPLEMENTARES					
	Grua	cj	1	400	400,00	400,00
TOTAL GLOBAL S/ IVA						49.512,30 €

Prazo de execução

A combinar

Validade da Proposta

60 dias

Condições de Pagamento

A combinar

Garantia

10 anos para os colectores solares e 2 anos para os restantes equipamentos

Exclusões:

Preço para plano de manutenção obrigatório do sistema solar

Trabalhos de construção civil
 Trabalhos de impermeabilização
 Maciços de fixação (se necessários)
 Rede eléctrica até ao quadro dos equipamentos
 Rede de abastecimento de água
 Protecção eléctrica no quadro geral
 Plataformas elevatórias, gruas, etc.
 Trabalhos não contemplados no orçamento

Custo de Manutenção

753

Anexos VIII

Contrato de Compra de Energia Elétrica a Produtores em Regime Especial

CONTRATO DE COMPRA DE ENERGIA ELÉCTRICA A PRODUTORES EM REGIME ESPECIAL

Entre

EDP Serviço Universal, S.A., com sede na Rua Camilo Castelo Branco, 43, em Lisboa, com o capital social de € 10 100 000 (dez milhões e cem mil euros), matriculada na Conservatória do Registo Comercial de Lisboa, com o número de matrícula e de pessoa colectiva 507 846 044, representada neste contrato por....., na qualidade de, adiante designada abreviadamente por **EDP Serviço Universal**;

e

....., com sede em, sendo a morada comercialcom o capital social de €matriculada na Conservatória do Registo Comercial de, com o número de matrícula, sendo o número de pessoa colectiva, representada neste contrato por, na qualidade de, adiante designada abreviadamente por **Produtor**,

considerando que:

A) a **EDP Serviço Universal** é titular da licença de comercializador de último recurso, devendo adquirir a electricidade produzida pelos produtores em regime especial;

B) a minuta de contrato tipo de compra de energia eléctrica publicada em anexo à Portaria n.º 416/90, de 6 de Junho, não considera as alterações decorrentes de legislação posterior, nomeadamente a que respeita ao regime de produção de energia eléctrica e os Decretos-Lei n.º 29/2006, de 15 de Fevereiro, e n.º 172/2006, de 23 de Agosto, pelo que as partes acordaram na modificação daquele contrato tipo de forma a compaginá-lo com o actual enquadramento jurídico do sector,

é celebrado o presente contrato o qual se subordinará às normas regulamentares estabelecidas na legislação aplicável, designadamente, o Decreto-Lei n.º 189/88, de 27 de Maio, com a redacção do Decreto-Lei n.º 168/99, de 18 de Maio, e as alterações dos Decretos-lei n.ºs 312/2001, de 10 de Dezembro, e 339-C/2001, de 29 de Dezembro.

e se rege pelas cláusulas seguintes:

Cláusula 1.º

A **EDP Serviço Universal** obriga-se a adquirir ao **Produtor** a totalidade da energia eléctrica gerada na Central, sítio, freguesia de, concelho de, de acordo com a legislação constante na Licença de Estabelecimento emitida pela Direcção Geral de Energia e Geologia, em, que constitui o **Anexo 4** ao presente contrato e dele fica a fazer parte integrante.

Cláusula 2.º

1. A Central é constituída
2. A potência a injectar na rede pública fica limitada a, de acordo com a descrição constante na licença de estabelecimento.
3. A entrada em exploração da instalação definida no número 1 foi concedida pela emitida pela Direcção Regional da Economia em, que constitui o **Anexo 5** ao presente contrato e dele fica a fazer parte integrante.

Cláusula 3.º

O **Produtor** poderá receber energia a partir da rede receptora, para alimentação dos serviços auxiliares ou outros consumos próprios da central, devendo para o efeito estabelecer um contrato específico, na qualidade de cliente, com a **EDP Serviço Universal**, na qualidade de comercializador de último recurso, ou com qualquer outro comercializador legalmente habilitado.

Cláusula 4.º

As partes obrigam-se a cumprir a regulamentação aplicável à execução do presente contrato, obrigando-se o **Produtor** a respeitar as normas constantes do protocolo de exploração que celebrou com o Operador de rede, e que constitui o **Anexo 1** ao presente contrato e dele fica a fazer parte integrante.

Cláusula 5.º

1. O **Produtor** obriga-se, ainda, perante a **EDP Serviço Universal**, a adoptar os seguintes procedimentos:

- a) Conduzir a exploração da central em conformidade com o diagrama previsto para o fornecimento, que constitui o **Anexo 2** ao presente contrato e dele fica a fazer parte integrante, devendo racionalizar os meios de produção disponíveis de modo a fornecer o máximo de energia eléctrica durante as horas de ponta e as horas cheias;
 - b) Instalar os equipamentos técnicos necessários e desenvolver os procedimentos adequados que permitam reduzir o impacto de eventuais disparos da instalação de produção a níveis adequados à qualidade de serviço existente na rede receptora;
 - c) Dar conhecimento, até ao final de cada ano, dos programas previsionais dos trabalhos de conservação e manutenção a realizar no ano seguinte;
 - d) Comunicar qualquer anomalia que se verifique nas suas instalações ou no equipamento da rede receptora, em particular a ruptura de qualquer selo ou a violação de qualquer fecho ou fechadura, logo que dela tenha conhecimento;
 - e) Executar, nas suas instalações, as manobras que lhe forem solicitadas, ou, se necessário, permitir a sua execução por pessoal do Operador de Rede devidamente credenciado, cedendo-lhe, para o efeito, os meios de que disponha, sendo o Operador de Rede responsável pelas consequências daí, eventualmente, decorrentes.
2. A alteração do diagrama previsto para o fornecimento deverá ser objecto de audição prévia da **EDP Serviço Universal**.
 3. As comunicações a que se refere a alínea d) do n.º 1 deverão ser dirigidas ao Operador de Rede, e confirmadas, por escrito, nos 5 dias seguintes.
 4. A informação prevista na alínea c) do n.º 1 da presente cláusula deverá ser comunicada pelo **Produtor à EDP Serviço Universal**, até ao dia 15 de Dezembro de cada ano.

Cláusula 6.ª

1. A energia eléctrica recebida na rede receptora será medida através de aparelhos adequados, designadamente contadores, indicadores de potência e acessórios.
2. Os equipamentos de medição devem ter a funcionalidade de telecontagem, ser análogos aos usados na Rede Eléctrica de Serviço Público, estar de acordo com o disposto no *Guia de Medição, Leitura e Disponibilização de Dados* aprovado pela ERSE, e estarem devidamente calibrados e selados.

3. O **Produtor** é responsável pelo fornecimento, instalação e manutenção em bom estado de funcionamento dos equipamentos de medição, incluindo o sistema de transmissão de informação para efeitos de telecontagem.
4. A **EDP Serviço Universal** ou o Operador de Rede pode mandar instalar, por sua conta, um segundo equipamento de medição, de características idênticas às do equipamento do **Produtor**, que esteja devidamente calibrado e selado.
5. No caso previsto no número anterior, o consumo a considerar é o que resultar da determinação da média das indicações dadas pelos dois equipamentos de medição.

Cláusula 7.ª

1. A leitura dos aparelhos de medida será feita por telecontagem, através de equipamento adequado, nos termos do *Guia de Medição, Leitura e Disponibilização de Dados* aprovado pela ERSE.
2. A **EDP Serviço Universal** e o Operador de Rede têm livre acesso aos equipamentos de medição.
3. Quando não for possível obter dados de telecontagem devido a anomalias nos equipamentos do **Produtor** ou no canal de transmissão de dados, o pagamento da facturação ficará suspenso, até à reposição do funcionamento da telecontagem e conseqüente recolha de dados.

Cláusula 8.ª

1. Os aparelhos de medição serão verificados e calibrados periodicamente, em conformidade com o disposto no *Guia de Medição, Leitura e Disponibilização de Dados* aprovado pela ERSE, e logo que se verifique ou suspeite de defeito no seu funcionamento.
2. No caso de existir duplo equipamento de medição, a calibração dos respectivos aparelhos é obrigatória sempre que se verifique qualquer das condições previstas no *Guia de Medição, Leitura e Disponibilização de Dados* aprovado pela ERSE.
3. A calibração, em laboratório acreditado, por iniciativa de uma das partes, será de conta desta, se os aparelhos de medida satisfizerem os limites legais de tolerância, e, de conta da outra parte, no caso contrário.

4. Qualquer procedimento susceptível de falsear o funcionamento normal ou a recolha de indicações dos aparelhos de medida ou controlo de energia eléctrica constitui violação do presente contrato.
5. O **Produtor** obriga-se a comunicar à **EDP Serviço Universal** a ruptura de selos ou a abertura ou violação dos aparelhos de medida, logo que da mesma tenha conhecimento.

Cláusula 9.ª

1. A facturação da energia entregue pelo **Produtor** será efectuada nos termos legais da legislação constante na licença de estabelecimento mencionada na cláusula 1.ª.
2. As facturas serão enviadas para:
EDP Serviço Universal, S.A.
Av. Urbano Duarte, 100
3030-215 COIMBRA.
3. Para acompanhamento dos assuntos relacionados com a facturação, a **EDP Serviço Universal** e o **Produtor** designarão, cada uma delas, um interlocutor no prazo máximo de 30 dias a contar da data do presente contrato.

Cláusula 10.ª

1. O pagamento das facturas pela **EDP Serviço Universal** será feito no prazo que, em cada momento, estiver estabelecido para os seus fornecimentos a clientes alimentados em média tensão e desde que a factura tenha sido correctamente elaborada.
2. À data de assinatura do presente contrato o prazo referido no número anterior é de 26 dias a contar da data da apresentação da factura.
3. No caso das facturas não terem sido correctamente elaboradas a **EDP Serviço Universal** procederá à sua devolução, a fim de serem corrigidas.

Cláusula 11.º

A falta de pagamento no prazo referido na cláusula anterior, caso não tenha havido lugar à devolução da factura, constitui a **EDP Serviço Universal** em mora e na conseqüente obrigação de pagamento de juros à taxa que, em cada momento, estiver fixada para a falta de pagamento das facturas relativas aos seus fornecimentos a clientes alimentados em média tensão.

Cláusula 12.º

1. Os erros de medição da energia e da potência resultantes de qualquer anomalia verificada no equipamento de medição serão corrigidos tendo em conta todos os elementos com relevância para a determinação do fornecimento real verificado durante o período em que a avaria se manteve e, designadamente, as características da instalação de produção, o seu regime de funcionamento, o diagrama de fornecimento e as leituras antecedentes à data da verificação da anomalia.
2. A importância apurada não produz juros e será paga no prazo de 30 dias, quando a favor do **Produtor**, e compensada no pagamento da factura ou facturas seguintes, quando a favor da **EDP Serviço Universal**.
3. O direito à rectificação da importância apurada nos termos do n.º 1 prescreve no prazo de três anos a contar do conhecimento do erro.

Cláusula 13.º

Aos erros de leitura ou de facturação, designadamente os resultantes da aplicação incorrecta dos factores que afectam a leitura dos contadores, é aplicável, com as necessárias adaptações, o estabelecido na cláusula anterior.

Cláusula 14.º

Sempre que se opere qualquer alteração nos elementos de identificação de uma das partes deste contrato, designadamente nome, firma, designação social, residência ou sede, deverá o facto, no prazo de 15 dias contados da data da alteração, ser comunicado às outras partes, sob pena de a faltosa suportar as conseqüências decorrentes da omissão.

O **Produtor** deve apresentar comprovativos da alteração verificada, quando tal lhe for exigido pela **EDP Serviço Universal**.

Cláusula 15.ª

1. No caso de cessão, a terceiros, da instalação de produção, o cedente é obrigado a comunicar o facto à **EDP Serviço Universal** no prazo de 15 dias contados da data da cessão, indicando o nome, firma ou designação social e, quando for caso disso, a morada ou sede do novo **Produtor**, sob pena de sofrer as consequências da omissão.
2. É também obrigatória a apresentação pelo **Produtor** da autorização de transferência de titularidade da licença emitida pelas autoridades competentes, para celebração do respectivo aditamento ao presente contrato.

Cláusula 16.ª

1. A alteração das circunstâncias em que as partes fundaram a decisão de contratar que implique alteração do clausulado contratual e a alteração da legislação em vigor à data da assinatura do presente contrato constituem motivo para a renegociação deste.
2. A parte que pretenda usar o direito consignado no número anterior deverá interpelar, por escrito, a outra parte, propondo e fundamentando as alterações que entenda necessárias; até à outorga da nova versão do contrato mantém-se em vigor o contrato anterior.
3. A renegociação deverá ser concluída no prazo de três meses a partir da interpelação a que se refere o número anterior.

Cláusula 17.ª

1. O presente contrato tem o seu início na data em que é celebrado e produz efeitos a partir da data de assinatura do auto de ligação, que constitui o **Anexo 3** ao presente contrato e dele fica a fazer parte integrante.
2. O contrato ficará suspenso na data de caducidade da licença de exploração provisória, caso não tenha sido emitida licença de exploração definitiva.

Cláusula 18.ª

O presente contrato vigora por tempo indeterminado, mas o **Produtor** poderá denunciá-lo em qualquer momento contanto que faça a competente declaração de denúncia com a antecedência de 180 dias em relação à data em que pretende pôr-lhe termo.

Cláusula 19.ª

O presente contrato resolve-se nos casos previsto na legislação em vigor e na licença de exploração da instalação de produção.

O incumprimento do disposto no *Guia de Medição, Leitura e Disponibilização de Dados* aprovado pela ERSE constitui motivo de suspensão do presente contrato.

Cláusula 20.ª

Os litígios de qualquer natureza que se levantarem entre as partes sobre a interpretação ou execução das disposições legais ou contratuais aplicáveis às suas relações, incluindo o incumprimento de obrigações, serão decididos por um tribunal arbitral, se as partes em litígio previamente assim o acordarem, ou, na falta desse acordo, por recurso aos tribunais judiciais.

O presente contrato é celebrado em em 2 dois exemplares, um para cada uma das partes,

Pelo **Produtor em Regime Especial**

Pela **EDP Serviço Universal**

Anexos:

Anexo 1: Protocolo de Exploração

Anexo 2: Diagrama previsto de fornecimento de energia

Anexo 3: Auto de Ligação

Anexo 4: Licença de Estabelecimento

Anexo 5: Autorização de Exploração

Anexos IX

Dados Técnicos da Máquina de Cogeração do Caso 1

www.mwm.net

TCG 2020

Efficiency straight down the line.



Reliability

System

Service

Profit

The TCG 2020. Top performance from MWM – used successfully worldwide.

Brandenburg Cogeneration Plant, Germany

The City of Brandenburg's cogeneration plant produces 15,992 MWh of district heating and 15,920 MWh of cogenerated electricity each year. MWM supplied the powerful genset for commissioning in 2009, and assisted a partner company in designing and installing the entire cogeneration plant. Other MWM plants are at the planning stage, using the same, successful arrangement.



Vilkinmäki Sewage Plant, Finland

Vilkinmäki Sewage Plant treats 353 million cubic meters of effluent per year for the Greater Helsinki area. Installed in 1994, the four original units were supplemented in 2009 by another TCG 2020 V12 producing 1 MW_e, which enables the sewage gas to be converted into energy to power the entire plant. Today, thanks to their high efficiency and low maintenance requirements, the MWM units produce 100% of the heat and 50% of the power needed by the sewage works.



Taiyuan City Coal Mine, China

MWM equipped Taiyuan's state coal mine with a total of three TCG 2020 V20 units. The system utilizes gases from the mine and the steam and heat from the cooling water, in order to generate electricity. This process gained CDM certification with ease, meaning it qualifies for CDM credits. All in all, there were plenty of good reasons for the client to order a further four TCG 2020 V20 units.



Delta Energy B.V. Greenhouse Complex, Netherlands

The Dutch branch of MWM built one of Europe's biggest gas engine plants. Seven TCG 2020 V16 engines, generating a total of 27 MW_e, provide the heat and electricity required to run a 31 hectare greenhouse complex. This complex produces around 4,000 tons of tomatoes each year, enough to satisfy the fresh tomato demand of more than half a million people.



Strong arguments for a strong brand: MWM.

MWM has 140 years of experience

MWM has made a tradition out of innovation. We have been developing and building engines and gensets for a wide range of uses since 1871. Our global success is founded on having invented the most advanced four-stroke diesel engines. And, 30 years ago, we became one of the first manufacturers to revolutionize generator technology using high-performance gas engines. To this day we continue to work constantly on making our systems more efficient.

MWM understands what's really needed

Today, cost-effectiveness is crucial! MWM offers cooperation all along the line, which pays off right across the process chain. We are the complete partner to our customers from the selection of the system layout for the project, all the way to service and repair.

MWM offers the most economical service concepts

With its worldwide service network, long service intervals and low maintenance costs, MWM Service is an important factor for lasting efficiency. Innovative offerings such as remote diagnosis, remote parameter configuration and the generation of operating values can be

provided cheaply anywhere in the world using the Internet. The new MWM Logistics Centre also means fast deliveries and low spare costs. Short blocks can be delivered and assembled easily, so your system will be ready for operation in the shortest possible time. Another benefit is that our own training centre offers top-level, practically oriented courses for your technicians.

MWM thinks in terms of the complete solution

Only if all of the components in your system are selected and configured perfectly for your needs will you achieve optimum overall efficiency. We have the experience, the technology and the capacity. Our engineers can develop tailor-made complete solutions especially for you. From comprehensive cogeneration concepts for electricity, heat and cooling, to containerized solutions, to turnkey systems – MWM can develop complete concepts to suit your needs, and implement them reliably too. All in all, system engineering just the way you want it.

You can rely on MWM

Clear statements, transparent offers: we keep our promise. We are always there when you need us. Text us – on-site, at your plant.



Top marks for ecology and economy.



More profit

The TCG 2020 is highly efficient thanks to its optimized inlet duct, combustion chamber and spark plugs. Save as much as 1.5% per annum on fuel costs – and increase your plant's profitability.



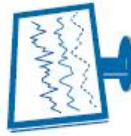
Less overall costs

With its optimized engine components, the TCG 2020 requires up to 30% less lubricating oil than other similar engines. In terms of efficiency that means long term savings.



Different engines to suit your needs

Whether you need high efficiency or an optimized standalone unit with good load compensation and black start properties – we can provide you with an engine tailored exactly to your needs.



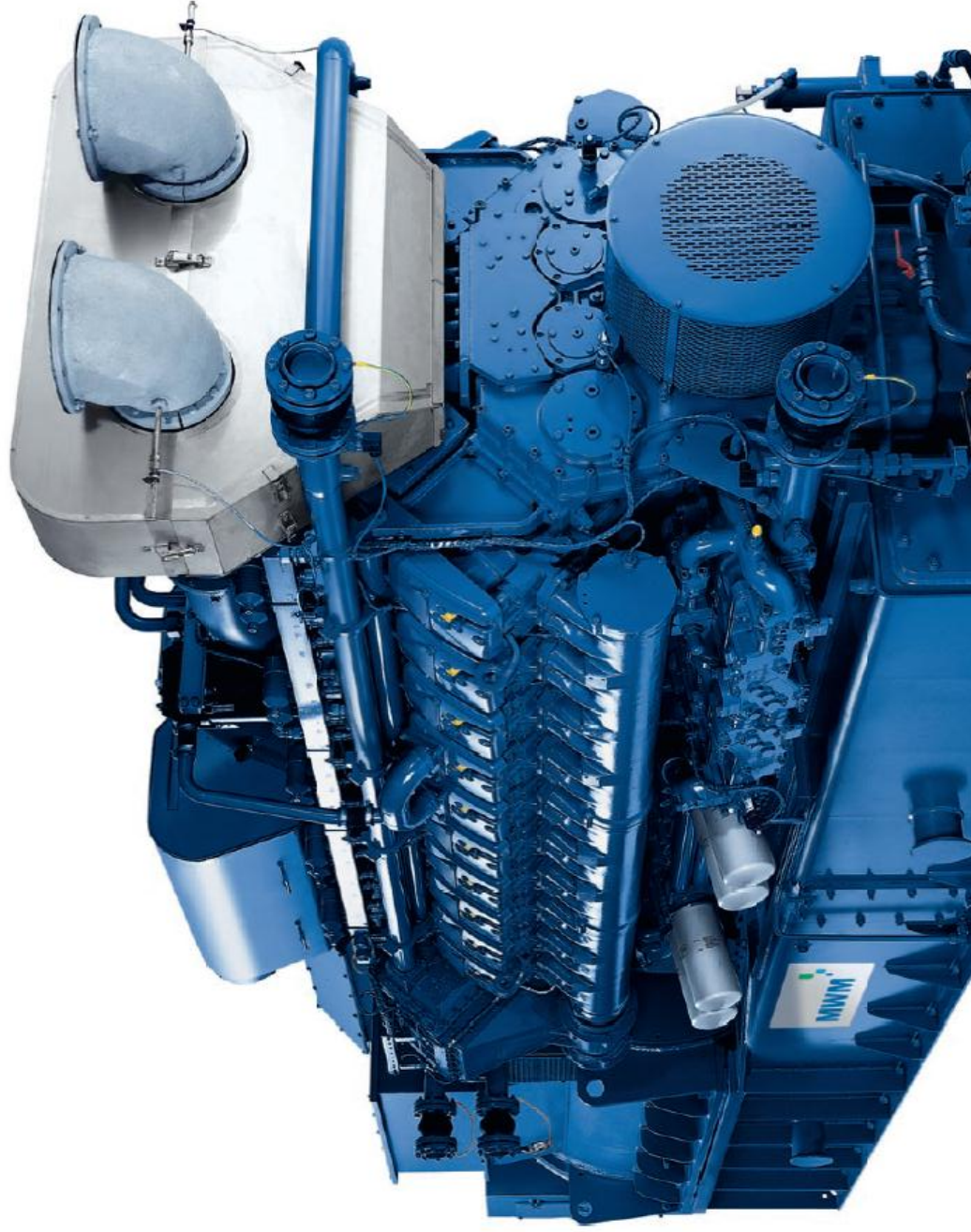
Optimum control concept

TEM (Total Electromechanical management) controls not just the engine but the entire system including the heat supply from cogeneration. Temperature monitoring for each cylinder and anti-knock control ensure the best possible utilization of fuel and maximum power output, even if gas composition fluctuates.



Flexible usage

The latest technology such as our gas mixer and TEM allows you to use a wide variety of gases. Even the most problematic gases such as colliery gas, landfill gas and sewage gas can be used without difficulty.



Technical data 50 Hz

Engine type	TCG2020	V12K1 ¹⁾	V12K ¹⁾	V12 ²⁾	V16K ¹⁾	V16 ²⁾	V20 ²⁾
Bore/stroke	mm	170/195	170/195	170/195	170/195	170/195	170/195
Displacement	dm ³	53.1	53.1	53.1	70.8	70.8	88.5
Speed	min ⁻¹	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Mean piston speed	m/s	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
Length ³⁾	mm	4.640	4.640	4.640	5.360	5.360	6.200
Width ³⁾	mm	1.810	1.810	1.810	1.810	1.810	1.710
Height ³⁾	mm	2.210	2.210	2.210	2.210	2.210	2.190
Dry weight genset	kg	10200	10600	10600	12600	12600	17200

Natural gas applications

NO_x ≤ 500 mg/m³

dry exhaust manifolds

Engine type	TCG2020	V12K1 ¹⁾	V12K ¹⁾	V12 ²⁾	V16K ¹⁾	V16 ²⁾	V20 ²⁾
Electrical power ⁴⁾	kW	1000	1125	1200	1500	1560	2000
Mean effective pressure	bar	15.5	17.4	18.6	17.4	18.1	18.6
Thermal output ⁵⁾	kW	1177	1251	1189	1671	1576	1977
Electrical efficiency ⁴⁾	%	4.00	41.0	43.7	41.0	43.3	43.7
Thermal efficiency ⁴⁾	%	47.0	45.6	43.3	45.7	43.8	43.2
Total efficiency ⁴⁾	%	87.0	86.6	87.0	86.7	87.1	86.9

Bio gas applications

NO_x ≤ 500 mg/m³

Sewage gas (65% CH₄ / 35% CO₂)

Biogas (60% CH₄ / 32% CO₂, rest N₂)

Landfill gas (50% CH₄ / 27% CO₂, rest N₂)

Minimum heating value (LHV) H_u = 5.0 kWh/m³

dry exhaust manifolds

Engine type	TCG2020	V12 ²⁾	V16 ²⁾	V20 ²⁾
Electrical power ⁴⁾	kW	1200	1560	2000
Mean effective pressure	bar	18.6	18.1	18.6
Thermal output ⁵⁾	kW	1249	1641	2021
Electrical efficiency ⁴⁾	%	4.21	41.8	42.9
Thermal efficiency ⁴⁾	%	43.8	44.0	43.3
Total efficiency ⁴⁾	%	85.9	85.7	86.2

1) Output efficiency versus
2) Output efficiency versus
3) Total performance for gases comparison setup
4) Comparison between the components setup
5) Comparison between the components setup

4) According to ISO 3086/average = 0.6 W/cap/h = 1
or kW/(1000000) = 0.6 W/cap/h = 1
5) Comparison between the components setup
6) Comparison between the components setup

Technical data 60 Hz

Engine type	TCG 2020	V12 K ¹⁾	V12 ²⁾	V16 K ¹⁾	V16 ²⁾	V20 ²⁾
Bore/stroke	mm	170/195	170/195	170/195	170/195	170/195
Displacement	dm ³	53.1	53.1	53.1	70.8	70.8
Speed	min ⁻¹	1500	1500	1500	1500	1500
Mean piston speed	m/s	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
Length ³⁾	mm	4.640	4.640	4.640	5.360	5.360
Width ³⁾	mm	1.810	1.810	1.810	1.810	1.710
Height ³⁾	mm	2.210	2.210	2.210	2.210	2.190
Dry weight genset	kg	10200	10600	10600	12600	12600

Natural gas applications

NO_x ≤ 500 mg/m³

dry exhaust manifolds

Engine type	TCG 2020	V12 K ¹⁾	V12 ²⁾	V16 K ¹⁾	V16 ²⁾	V20 ²⁾
Electrical power ⁴⁾	kW	1125	1200	1500	1560	2000
Mean effective pressure	bar	17.7	18.6	17.7	18.2	18.8
Thermal output ⁵⁾	kW	1261	1196	1686	1589	1983
Electrical efficiency ⁴⁾	%	40.7	43.4	40.6	43.0	43.5
Thermal efficiency ⁴⁾	%	45.6	43.2	45.7	43.7	43.2
Total efficiency ⁴⁾	%	86.2	86.6	86.3	86.7	86.7

Biogas applications

NO_x ≤ 500 mg/m³

Sewage gas (65% CH₄ / 35% CO₂)

Biogas (60% CH₄ / 32% CO₂, rest N₂)

Landfill gas (50% CH₄ / 27% CO₂, rest N₂)

Minimum heating value (LHV) H_u = 5.0 kWh/m³

dry exhaust manifolds

Engine type	TCG 2020	V12 ²⁾	V16 ²⁾	V20 ²⁾
Electrical power ⁴⁾	kW	1200	1560	2000
Mean effective pressure	bar	18.8	18.2	18.8
Thermal output ⁵⁾	kW	1258	1657	2027
Electrical efficiency ⁴⁾	%	41.8	41.4	42.7
Thermal efficiency ⁴⁾	%	43.8	43.9	43.3
Total efficiency ⁴⁾	%	85.6	85.3	86.0

1) Output efficiency versus
2) Output efficiency versus
3) Total performance for gases comparison setup
4) Comparison between the components setup
5) Comparison between the components setup

4) According to ISO 3086/average = 0.6 W/cap/h = 1
or kW/(1000000) = 0.6 W/cap/h = 1
5) Comparison between the components setup
6) Comparison between the components setup

We assume responsibility:
This product was printed on PEFC-certified paper with mineral oil-free printing ink.



MWM GmbH
Carl-Benz-Straße 1
DE-68167 Mannheim
T +49 621 384-0
F +49 621 384-8800
info@mwm.net

MWM Energy Hungaria Kft.
Ezred u. 1-3
HU-1044 Budapest
T +43 5242 21300
F +43 5242 21300-600
info-hungaria@mwm.net

MWM Latin America Soluções
Energéticas Ltda.
Av. Dr. José Bonifácio C. Nogueira
214 sala 418
BR-CEP 13091-611 Campinas/SP
T +55 19 3396-5777
info-latin-america@mwm.net

MWM (Beijing) Co. Ltd.
CITIC Building
Unit 2-02
Jianguomenwai Road 19,
CN-100004 Beijing, P.R. China
T +86 10 6528 5116
F +86 10 6528 9316
info-mwm-beijing@mwm.net

MWM Moscow
Representation office
Bldg. 1, 5/2, 1st Kazachiy per.
RU-119017 Moscow
T +7 495 234 4941
info-moscow@mwm.net

MWM Energy Australia Pty. Ltd.
21 McDonalds Lane
AU-3170 Mulgrave, Victoria
T +61 3 9262-3000
F +61 3 9262-3033
info-energy-australia@mwm.net

MWM Austria GmbH
Münchner Straße 22
AT-6130 Schwaz
T +43 5242 21300
F +43 5242 21300-600
info-austria@mwm.net

MWM France SAS
Péripark Gennevilliers
99/101 Avenue Louis Roche Bât E5
FR-92230 Gennevilliers
T +33 14790 7780
F +33 14790 7781
info-france@mwm.net

MWM Korea
Representation office
#1706 Mapo Sinyoung Gwell
461 Kong-Duk-Dong
KR-121-805 Mapo-Ku Seoul
T +82 2 2123 9831/2
F +82 2 2123 9833
info.mwmap@mwm.net

MWM Asia-Pacific Pte. Ltd.
11 Kian Teck Road
SG-628768 Singapore
T +65 6268 5311
F +65 6266 3039
info-asia-pacific@mwm.net

MWM Benelux B.V.
Soerweg 13
NL-3088 GR Rotterdam
T +31 10 2992-666
F +31 10 2992-677
info-benelux@mwm.net

MWM Energy España S.A.
Avda de los Artesanos, 50
ES-28950 Tres Cantos/Madrid
T +34 91 80745-00
F +34 91 80745-47
info-energy-espana@mwm.net

MWM of America, Inc.
1750 Breckinridge Parkway
Suite 500
US-Duluth, GA 30096
T +1 770 279 6720
F +1 770 279 6719
info-america@mwm.net



Version 05-12/EN

Performance

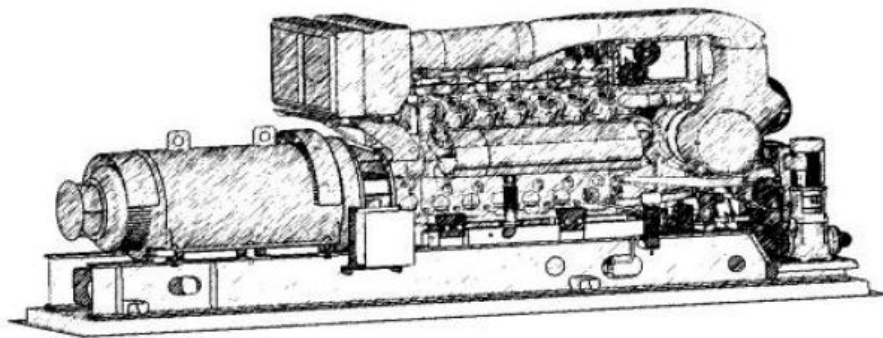


Anexos X

Dados Técnicos da Máquina de Cogeração do Caso 2



Jenbacher gas engines
Technical Specification



JMS 412 GS-N.L

Natural gas 844kW el.



Jenbacher gas engines Technical Specification

JMS 412 GS-N.L
Natural gas 844kW el.

CO-GEN Module data:		
Electrical output	kW el.	844
Recoverable thermal output (120 °C)	kW	856
Energy input	kW	1.977
Fuel Consumption based on a LHV of 9,5 kWh/Nm ³	Nm ³ /h	208
Electrical efficiency	%	42,7%
Thermal efficiency	%	43,3%
Total efficiency	%	86,0%
Heat to be dissipated (LT-Circuit)	kW	67
Emission values: NOx < 310 ppm (0% O2)		

Additional information:		
Sound pressure level (engine, average value 1m)	dB(A)	93
Sound pressure level exhaust gas (1m, 30° off engine)	dB(A)	115
Exhaust gas mass flow rate, wet	kg/h	4.593
Exhaust gas volume, wet	Nm ³ /h	3.626
Max.admissible exhaust back pressure after engine	mbar	60
Exhaust gas temperature at full load	°C [8]	370
Combustion air mass flow rate	kg/h	4.450
Combustion air volume	Nm ³ /h	3.443
Max. inlet cooling water temp. (intercooler)	°C	40
Max. pressure drop in front of intake-air filter	mbar	10
Return temperature	°C	70
Forward temperature	°C	90
Hot water flow rate	m ³ /h	36,7

Engine data:		
Engine type		J 412 GS-A09
Configuration		V 70°
No. of cylinders		12
Bore	mm	145
Stroke	mm	185
Piston displacement	lit	36,66
Nominal speed	rpm	1.500
Mean piston speed	m/s	9,25
Mean effe. press. at stand. power and nom. speed	bar	19,00
Compression ratio	Epsilon	13,5
ISO standard fuel stop power ICFN	kW	871
Spec. fuel consumption of engine	kWh/kWh	2,27
Specific lube oil consumption	g/kWh	0,30
Weight dry	kg	4.265
Filling capacity lube oil	lit	288
Based on methane number	MZ	85

Alternator:		
Manufacturer		STAMFORD
Type		PE 734 B2
Type rating	kVA	1.400
Efficiency at p.f. = 1,0	%	96,9%
Efficiency at p.f. = 0,8	%	95,8%
Ratings at p.f. = 1,0	kW	844
Ratings at p.f. = 0,8	kW	834
Frequency	Hz	50
Voltage	V	400
Protection Class		IP 23
Insulation class		H
Speed	rpm	1.500
Mass	kg	2.710

Technical parameters:

Applicable standards:	Based on DIN-ISO 3046 Based on VDE 0530 REM with specified tolerance
Standard conditions:	Air pressure: 1000 mbar or 100 m above sea level Air temperature: 25°C or 298 K Relative Humidity: 30%
Engine output derating:	for plants installed at > 500m above sea level and/or intake temperature > 30°C, the reduction of engine power is determined for each project.
Gas quality:	according to TA 1000-0300 Gas flow pressure: 80 - 200 mbar (Lower gas pressures upon inquiry) Max. variation in gas pressure: ±10%

All data are based on engine full load at specified media temperatures and are subject to change.
The technical instruction TA 1100-0110 "PARAMETER FOR GE Jenbacher GAS ENGINES" must be strictly observed.



Jenbacher gas engines Technical Specification

>>> Scope of supply genset - JGS 412 GS-N.L

Basic engine equipment:

- *Exhaust gas turbocharger, Intercooler
- *Motorized carburator for LEANOX control
- *Electronic contactless high performance ignition system
- *Lubricating oil pump (gear driven)
- *Lubricating oil filters in main circuit
- *Lubricating oil sump; Lubricating oil heat exchanger
- *Jacket water pump
- *Fuel-, lubricating oil and jacket water pipe work on engine
- *Flywheel for alternator operation; Exhaust gas manifold
- *Viscous damper
- *Knock sensors

Engine accessories:

- *Electric starter motor
- *Electronic speed governor
- *Electronic speed monitoring device including starting and overspeed control
- *Transducers and switches for oil pressure, jacket water temp., jacket water pressure, charge pressure and mixture temperature
- *One thermocouple per cylinder

Supplied loose:

- Gas train according to DIN-DVGW consisting of:
- *Manual stop valve, fuel gas filter, two solenoid valves, Leakage control device, gas pressure regulator

Documentation:

- *Operating and maintenance manual
- *Spare parts manual
- *Drawings

Assembly, painting, testing in Jenbach/Austria

Module equipment:

- *Base frame for gas engine, alternator and heat exchangers
- *Internal pole alternator with excitation alternator and with automatic voltage regulator; p.f. 0,8 lagging to 1,0
- *Flexible coupling, bell housing
- *Anti-vibration mounts
- *Air filter
- *Automatic lube oil replenishing with level control
- *Wiring of components to module interface panel
- *Crankcase breather
- *Jacket water electric preheating

Module control panel:

- *Totally enclosed, single door cubicle, wired to terminals and ready to operate, protection IP 41 outside, IP 10 inside, according to VDE-standards

Control equipment:

- *Engine-Management-System dia.net (Dialog Network)
- **Visualisation (industry PC-10" color graphics display): Operation data, controller display, Exh. gas temp., Generator electr. connection, etc.
- **Central engine- and module control: Speed-, Power output-, LEANOX-Control and knock control, etc.
- *Multi-transducer
- *Lockable operation mode selector switch
Positions: "OFF", "MANUAL", "AUTOMATIC"
- *Demand switch

>>> Scope of supply module - JMS 412 GS-N.L

Identical to Genset except that heat recovery is included.

- *Jacket water heat exchanger mounted on module frame
- *Exhaust gas heat exchanger mounted on module frame;
- *All heat exchangers with complete pipework
- *Heat exchangers and all inherent auxiliaries

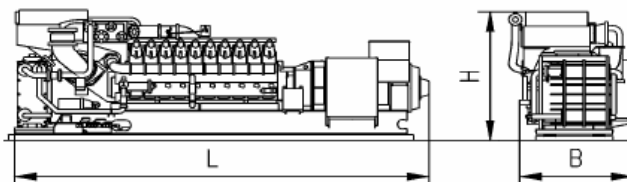
>>> Scope of supply container - JG(M)C 412 GS-N.L

- *Identical to module/genset but installed in 40' ISO container (65 dB(A) @ 10m); complete with all pipework and fittings
- *Twin circuit radiation cooler for dissipation of intercooler jacket water and lube oil thermal output; ventilation equipment
- *Gas & smoke detectors; exhaust silencer; lube oil equipment; starting system; flexible connections
- *Separate control room complete with generator switchgear and all internal power and monitoring cables



Jenbacher gas engines Technical Specification

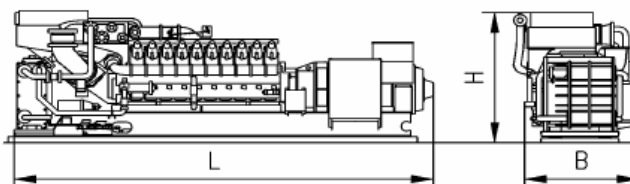
Genset



Main dimensions and weights (approximate value)		
Length L	mm	5.400
Width B	mm	1.800
Height H	mm	2.200
Weight empty	kg	10.900
Weight filled	kg	11.600

Connections (at genset)		
Jacket water inlet and outlet	DN/PN	80/10
Exhaust gas outlet	DN/PN	300/10
Fuel gas (at gas train)	DN/PN	80/16
Intercooler water connection:		
Low Temperature Circuit	DN/PN	65/10

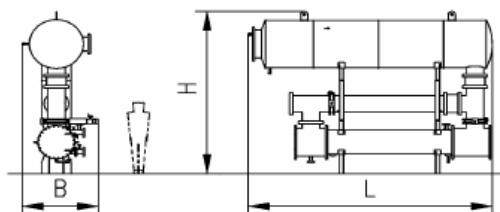
Module



Main dimensions and weights (approximate value)		
Length L	mm	6.000
Width B	mm	1.800
Height H	mm	2.200
Weight empty	kg	11.500
Weight filled	kg	12.200

Connections (at module)		
Hot water inlet and outlet	DN/PN	80/10
Exhaust gas outlet	DN/PN	300/10
Fuel gas (at gas train)	DN/PN	80/16
Intercooler water connection:		
Intercooler water-Inlet/Outlet 2nd stage	DN/PN	65/10

Heat recovery module



Main dimensions and weights (approximate value)		
Width B	mm	1.800
Height H	mm	3.750
Length L	mm	4.700

Connections (on heat recovery module)		
Hot water inlet and outlet	DN/PN	80/10
Exhaust gas outlet	DN/PN	300/10
Condensate drain	DN/PN	50/10
Drain line	1/2"	1/2"