

Piscinas: consumos energéticos associados e a aplicação de
energias renováveis

Estudo de caso realizado em estabelecimento de ensino privado

Bruno Miguel Alves Guimarães

Porto, Junho de 2010

**Piscinas: consumos energéticos associados e a aplicação de
energias renováveis**

Estudo de caso realizado em estabelecimento de ensino privado

Dissertação apresentada com vista à
obtenção do grau de Mestre em Gestão
Desportiva nos termos do Decreto-Lei
n.º 216/92 de 13 de Outubro.

Orientador: Eng. Vitorino de Matos Beleza

Bruno Miguel Alves Guimarães

Porto, Junho de 2010

Ficha de Catalogação

Guimarães, Bruno M. A. (2010). *Piscinas: consumos energéticos associados e a aplicação de energias renováveis. Estudo de caso realizado em estabelecimento de ensino privado*. Dissertação apresentada às provas de Mestrado em Ciências do Desporto na Área de Especialização em Gestão Desportiva da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

PALAVRAS-CHAVE: ENERGIAS RENOVÁVEIS; CONSUMOS ENERGÉTICOS; ENERGIA; PISCINAS; GESTÃO DESPORTIVA.

Dedicatória

*À Andréa, Beatriz e ao Guilherme
Aos meus Pais.*

Agradecimentos

Para a realização de um trabalho desta natureza foi necessária a colaboração e apoio de um conjunto de pessoas e entidades.

Nesta enumeração gostaria de expressar o mais sincero agradecimento a todos aqueles que tornaram possível a realização deste trabalho:

À Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP), instituição que tem vindo a contribuir para o meu desenvolvimento académico.

Ao Professor Doutor José Pedro Sarmiento, que muito contribuiu desde os meus tempos da licenciatura para o meu “apetite” pela gestão, de um modo geral, e a gestão desportiva, em particular. Agradeço a disponibilidade demonstrada ao longo deste trabalho e a oportunidade de me tornar mestre em gestão desportiva.

Ao Eng. Vitorino de Matos Beleza, que desde o primeiro momento aceitou orientar este trabalho e manifestou inteira disponibilidade para colaborar nas dificuldades que fui encontrando ao longo deste percurso. Agradeço os ensinamentos transmitidos ao longo das nossas conversas e aulas.

À Direcção do Colégio Dom Diogo de Sousa, que se mostrou disponível desde o primeiro momento na colaboração deste estudo.

Aos funcionários do Colégio Dom Diogo de Sousa, pela disponibilidade demonstrada quando solicitada.

Ao Eng. Gil, Eng. Nuno Vasconcelos e Eng. Marco da empresa fornecedora dos equipamentos da piscina em estudo;

Às empresas contactadas para o envio de propostas de fornecimento dos sistemas de energias renováveis;

Ao Dr. Miguel Tavares, pela disponibilidade demonstrada na colaboração do tratamento dos dados da análise financeira do estudo.

A todos aqueles que de forma directa ou indirecta contribuíram para a realização deste trabalho;

E por fim, à minha família, que foram, talvez, os mais sacrificados neste processo. À minha esposa Andréa e aos meus filhos Beatriz e Guilherme, sobretudo pelo tempo que não lhes dediquei.

À minha Mãe e ao meu irmão Filipe;

Ao meu Pai. Agradeço-te as lições da *Vida*.

A todos o meu Agradecimento.

Índice

Agradecimentos.....	V
Índice.....	VII
Índice de Figuras.....	XII
Índice de Quadros.....	XIII
Índice de Gráficos.....	XIV
Índice de Anexos.....	XV
Lista de Abreviaturas.....	XVI
Resumo.....	XVIII
Abstract.....	XX
Résumé.....	XXII
Introdução.....	2
1.1 Considerações gerais.....	2
1.2 Problema.....	2
1.3 Objectivo.....	3
1.4 Organização da Dissertação.....	4
CAPÍTULO I - Revisão da Literatura.....	5
1. Enquadramento da Gestão.....	6
1.1 O Desenvolvimento da Gestão.....	6
1.1.1 Gestão Desportiva.....	7
1.1.2 Gestão de Instalações Desportivas.....	9
1.1.3 Tipos de Instalações Desportivas.....	10
1.1.3.1 Classificação das Piscinas.....	11
1.1.4 Gestão de Piscinas.....	13
1.1.4.1 Gestor Técnico.....	14
1.1.4.2 Gestão dos Recursos Humanos.....	15
1.1.4.3 Gestão de Conservação.....	15
1.1.4.4 Gestão de Funcionamento.....	16
1.1.4.5 Gestão Financeira.....	16

2. Enquadramento Legal	17
2.1 Norma Europeia 15288-1 e 2:2008	17
2.2 Directiva CNQ 23/93	18
2.3 Decreto-Lei n.º 65/97	19
2.4 Decreto Regulamentar n.º 5/97	19
2.5 Circular Normativa n.º14/DA	20
2.6 Decreto-Lei 306/2007	21
2.7 Decretos-Lei 78,79,80/2006	22
2.8 Directiva Europeia 2001/77	23
2.9 Política Energética Nacional	24
3. Enquadramento Energético	27
3.1 A Energia e a sua Sustentabilidade	27
3.2 Definição e Tipos de Energia	28
3.3 Energias Não Renováveis.....	28
3.4 Energias Renováveis	29
3.4.1 Energia Solar.....	30
3.4.1.1 Colectores Solares Fotovoltaicos.....	34
3.4.1.2 Colectores Solares Térmicos	35
3.4.2 Energia Eólica	37
3.4.3 Energia Biomassa	39
3.4.4 Energia Nuclear.....	40
3.4.5 Sistemas de co-geração.....	41
3.5 Protocolo de Quioto	44
3.6 Cimeira de Copenhaga	45
4. Eficiência Energética	46
4.1 Motores Eléctricos.....	47
4.2 Variadores Electrónicos de Velocidade.....	47
4.3 Sistemas de Ventilação.....	48
4.4 Sistemas de Bombagem	48
4.5 Sistemas de Climatização.....	49
4.6 Iluminação Natural	49
4.7 Sistemas de Iluminação Artificial.....	49
4.8 Recuperação de Energia Térmica (Ventilação).....	50
4.9 Isolamento Térmico.....	50

4.10 Vidros e Janelas.....	51
4.11 Sistemas de Gestão de Energia.....	51
 CAPÍTULO II - Metodologia	53
1. Objectivo.....	54
2. Caracterização da Amostra	56
3. Recolha de Dados	56
 CAPÍTULO III - Apresentação e discussão dos resultados	57
1. Caracterização geral da piscina	58
2. Organização estrutural	59
3. Instalações e equipamentos	61
3.1 Concepção estrutural do espaço.....	61
3.1.1 Zona da Nave	61
3.1.2 Cais	61
3.1.3 Tanque de Natação Principal	62
3.1.4 Tanque de Natação de Apoio	63
3.1.5 Sala de Apoio à Nave	63
3.1.6 Material didáctico.....	64
3.1.7 Zona de Serviços Anexos.....	64
3.1.7.1 Átrio de entrada.....	64
3.1.7.2 Sala de primeiros socorros.....	65
3.1.7.3 Sala da coordenação	65
3.1.7.4 Sala da Secretaria.....	65
3.1.7.5 Balneários Femininos.....	66
3.1.7.6 Balneários Masculinos	67
3.1.7.7 Sala do Vigilante	67
3.1.7.8 Sala dos Professores	68
3.1.8 Zona de Serviços Técnicos	68
3.1.8.1 Sala das caldeiras.....	69
3.1.8.2 Sala de tratamento de água e climatização	69
4. Lotação	71
5. Requisitos de qualidade e tratamento da água	72
5.1 Sistema de controlo e medição	72

5.2 Neutralização	72
5.3 Sistema de desinfecção da água	73
5.4 Caudal de recirculação	74
5.5 Tanque de compensação.....	74
5.6 Sistema de Bombagem.....	75
5.7 Sistema de filtração.....	75
6. Requisitos térmicos e de ventilação	77
6.1 Caldeiras	77
6.2 Aquecimento do ar da nave	78
6.3 Aquecimento de água dos tanques	78
6.4 Unidade de tratamento de ar (UTA).....	79
6.5 Aquecimento da água quente sanitária.....	80
7. Requisitos de iluminação e acústica.....	81
7.1 Iluminação natural.....	81
7.2 Iluminação sobre o cais	81
7.3 Iluminação subaquática	81
7.4 Iluminação zona técnica.....	82
7.5 Acústica	82
8. Utilização de energia em piscinas	83
8.1 Perdas caloríficas por renovação da água.....	83
8.2 Perdas caloríficas por radiação da superfície da água	85
8.3 Perdas caloríficas por evaporação da água.....	87
8.4 Perdas ou ganhos de calor por convecção	88
8.5 Total de perdas e ganhos de calor na água do tanque.....	89
8.6 Aquecimento da água da piscina	90
8.7 Aquecimento da água para banhos (AQS)	91
8.8 Consumo de gás na caldeira	92
8.9 Consumo de electricidade.....	93
8.9.1 Iluminação	94
8.9.2 Bombas circuladoras	94
8.9.3 Unidade de Desumidificação	95
8.9.4 Ultravioletas.....	95
8.9.5 Outros equipamentos	96
8.9.6 Total de Consumo em Electricidade.....	96

9. Consumos de água.....	98
9.1 Consumo de água de compensação da piscina.....	98
9.2 Consumo de água para banhos de chuveiro	98
9.3 Consumo de água para outros fins	99
9.4 Consumo total de água	99
10. Propostas energéticas	101
10.1 Proposta para sistema de caldeira a biomassa combinado com sistema solar térmico.	101
10.2 Proposta para instalação de um sistema solar térmico	103
11. Sistemas em estudo	104
11.1 Energia solar termodinâmica.....	104
11.2 Bomba de calor.....	105
12. Propostas de fornecimento dos sistemas em estudo	106
12.1 Sistema energia solar termodinâmica	106
12.2 Sistema de bomba de calor	107
13. Análise financeira	110
13.1 Indicadores macroeconómicos.....	110
13.2 Dados financeiros da caldeira a gás natural	114
13.3 Dados financeiros dos colectores solares termodinâmicos.....	115
13.4 Dados financeiros da bomba de calor.....	117
 CAPÍTULO IV – Conclusões e sugestões para futuros estudos.....	 120
 Bibliografia.....	 125
 Anexos.....	 XXIV
Análise Financeira.....	XXV
Carta Psicrométrica.....	XXXIII
Propostas.....	XXXV

Índice de Figuras

Figura n.º 1.	Evolução da área de colectores solares instalados em Portugal (Adaptado de DGEG, 2009).....	33
Figura n.º 2.	Esquema da utilização da energia primária no sistema tradicional e co-geração (Adaptado de Herbert, 2004).....	42
Figura n.º 3.	Organograma simplificado do equipamento desportivo.....	59
Figura n.º 4.	Esquema de climatização de piscinas através do bloco Ener 40 (adaptado da empresa Energie).....	106
Figura n.º 5.	Bomba de calor Optipac 30D (adaptado da empresa Gotazul).....	108
Figura n.º 6.	Esquema de climatização de piscinas através do sistema da bomba de calor (adaptado da empresa Gotazul).....	109

Índice de Quadros

Quadro n.º 1.	Lotação da piscina (CNQ 23/93).....	71
Quadro n.º 2.	Resumo do total de perdas caloríficas.....	90
Quadro n.º 3.	Consumo diário de electricidade na iluminação.....	94
Quadro n.º 4.	Consumo diário de electricidade nas bombas.....	95
Quadro n.º 5.	Consumo de electricidade diário na unidade desumidificadora.	95
Quadro n.º 6.	Consumo de electricidade diário nas unidades ultravioletas.....	96
Quadro n.º 7.	Consumo de electricidade diário em outros equipamentos.....	96
Quadro n.º 8.	Resumo do total diário de consumo em electricidade.....	97
Quadro n.º 9.	Resumo do consumo total diário de água.....	100

Índice de Gráficos

Gráfico n.º 1. Comparativo entre o <i>Pay-Back</i> do sistema solar termodinâmico e a bomba de calor.....	119
---	-----

Índice de Anexos

Anexo I.	Indicadores macroeconómicos	XXVI
Anexo II.	Dados económicos do sistema actualmente instalado, caldeira a gás natural.....	XXVII
Anexo III.	Dados económicos do sistema colector solar termodinâmico.....	XXVIII
Anexo IV.	Dados económicos do sistema bomba de calor.....	XXX
Anexo V.	Dados comparativos do VAL, <i>Pay-Back</i> e poupança acumulada dos 3 sistemas.....	XXXII
Anexo VI.	Carta Psicrométrica.....	XXXIV
Anexo VII.	Proposta para o sistema solar termodinâmico.....	XXXVI
Anexo VIII.	Proposta para o sistema da bomba de calor.....	XXXVIII
Anexo IX.	Proposta para o sistema da caldeira a biomassa.....	XLI
Anexo X.	Proposta para o sistema solar térmico combinado com caldeira a biomassa.....	XLIV
Anexo XI.	Proposta para instalação de sistema solar térmico.....	LII

Lista de Abreviaturas

AQS	Águas Quentes Sanitárias
CEN	Comité Europeu de Normalização
CNQ	Conselho Nacional de Qualidade
CO ₂	Dióxido de Carbono
DGE	Direcção Geral Energia
DGEG	Direcção-Geral de Energia e Geologia
DL	Decreto-Lei
DR	Decreto Regulamentar
EN	Directiva Europeia
GEE	Gases de Efeito de Estufa
H ₂ O	Água
IPQ	Instituto Português da Qualidade
kWh	Quilowatt hora
NP	Norma Portuguesa
O ₂	Oxigénio
TOTEM	Total Energy Module
URE	Utilização Racional de Energia
UTA	Unidade de Tratamento de Ar
UV	Ultravioletas
VEV	Variadores Electrónicos de Velocidade
W	Watt
COP	Coeficiente de Performance
VAL	Valor Actualizado Líquido
WACC	Custo Médio Ponderado de Capital

Unidades

Área	m^2	metro quadrado
Caudal	m^3/h	metro cúbico por hora
Comprimento	m	metro
	mm	milímetros
Energia	kJ	quilojoule
	kW.h	Quilowatt.hora
Numerário	€	Euros
Potência	W	Watt
	kW	quilowatt
	MW	megawatt
Potência por unidade de área	W/m^2	Watt por metro quadrado
Temperatura	°C	graus Celsius
Tempo	h	hora
	min.	minuto
	s	segundo
Tensão	mV	miliVolt
Volume	m^3	metro cúbico
	L	Litro

Resumo

O presente estudo teve como finalidade a análise dos consumos energéticos associados às instalações desportivas que incorporam piscinas e a utilização de energias renováveis através de sistemas eficientes, verificando a sua viabilidade económica.

A amostra foi constituída por uma piscina coberta, que está integrada nas instalações de um estabelecimento de ensino privado, localizado na zona norte de Portugal.

Baseamos a metodologia do estudo na análise teórica à legislação actualmente em vigor e seguiram-se linhas orientadoras como o enquadramento e a organização estrutural da piscina, a análise dos requisitos energéticos associados, pesquisa dos sistemas de energias alternativas a aplicar, solicitação de propostas de sistemas a empresas e na análise financeira dos respectivos sistemas.

Os principais resultados indicam que a utilização das energias renováveis contribui para um planeta mais saudável. Indicam ainda que os consumos energéticos associados às instalações desportivas com piscinas são consideráveis. Verifica-se que as instalações e os equipamentos da piscina em estudo encontram-se de acordo com as directrizes definidas pela legislação em vigor. Os critérios de lotação na piscina estão de acordo com os valores definidos pela legislação actual. Relativamente aos requisitos de qualidade e tratamento da água da piscina em estudo, assim como os requisitos térmicos e de ventilação, iluminação e acústica, verifica-se que estes se encontram de acordo com os valores definidos pela legislação actualmente em vigor. Verifica-se que no total de consumo de perdas caloríficas, as perdas por evaporação correspondem a cerca de 83,4% do consumo total, as perdas por renovação da água a 9,08% e por radiação em 7,52%. Relativamente ao consumo total diário em electricidade, verifica-se que a unidade desumidificadora representa cerca de 50,3% da energia eléctrica consumida e as bombas circuladoras correspondem a cerca de 34,2%, sendo que a unidade de radiação ultravioleta representa um consumo na ordem dos 12,5%. A instalação tem um volume de gás natural consumido na caldeira, para aquecimento dos circuitos da piscina,

em cerca de 3.066,00 kWh por dia e um valor médio mensal de gás natural em cerca de 2.980,00€. Verifica-se ainda que o consumo médio mensal em electricidade traduz-se nos 27.538,50 kWh o que representa um custo mensal de cerca de 3.675,00€. Foram estudados dois processos de conversão de energia com base em fontes renováveis. O sistema de climatização através da bomba de calor não se revelou viável economicamente. Conclui-se que a instalação de um sistema integrado de caldeia a gás natural com um sistema solar termodinâmico é um investimento interessante e que contribui para a redução dos consumos energéticos, uma vez que, a instalação deste sistema solar termodinâmico com um investimento de 59.696,00€, poderá recuperar o capital investido em 3,65 anos.

Abstract

The aim of this study was to analyze the energy consumption associated to sport facilities with swimming pools and verifying the economic viability of renewable energy use through efficient systems.

For this we used an indoor swimming pool, located in a private school in the north of Portugal.

The sample consisted of an indoor swimming pool, which is integrated in a private educational institution located in north of Portugal.

We based the study methodology in theoretical analysis of current legislation and followed the guidelines as the framework and the structural organization of the pool, the analysis of energy requirements associated to the search of alternative energy systems to apply, request to companies of proposals for systems and the financial analysis of the systems.

The results indicate that the use of renewable energy contributes to a healthier planet. Also shows that the energy consumption associated to sport facilities with swimming pools are considerable. The facilities and equipment of the swimming pool under study are in accordance with the legislation guidelines. The location criteria for the pool are in agreement with the values defined by current legislation. For quality and treatment of pool water, as well as the thermal, ventilation, lightening and acoustic requirements, appears that these are in accordance with the values defined by the current legislation. We verified that the total consumption of calorific losses, are 83,4% for evaporation, 9,08% for water renovation and 7,52% by radiation. For the total daily electricity consumption we conclude the dehumidifier unit represents about 50,3%, the circulating pumps correspond to about 34,2%, and the ultraviolet radiation unit represents 12,5%. For heating circuit of the pool the facility has a consuming volume of natural gas in the boiler of about 3.066,00 kWh per day and a monthly average of approximately 2.980,00€. There is also the electricity monthly average consumption of 27.538,50 kWh which represents a monthly cost of about 3.675,00€. We studied two processes of energy conversion based on renewable sources. The heating pump for calorific system showed to be economically impracticable. We conclude that the installation of an integrated

natural gas boiler with a thermodynamic solar system is an interesting investment and contributes to the reduction of energy consumption since the installation of this solar thermodynamic system represents an investment of 59.696,00€, capital that can be recover in 3,65 years.

Résumé

Cette étude a eu pour but l'analyse des consommations énergétiques associées aux installations sportives qui incorporent les piscines et l'utilisation d'énergies renouvelables à travers de systèmes efficaces, tout en vérifiant sa viabilité économique.

L'échantillon a été constitué par une piscine couverte, qui était intégrée dans les installations d'un établissement d'enseignement privé, situé au Nord du Portugal.

On a basé la méthodologie de l'étude dans l'analyse théorique à la législation actuellement en vigueur et se suivirent des lignes orientées comme l'encadrement et l'organisation structurale de la piscine, l'analyse des requis énergétiques associés, la recherche des systèmes d'énergies alternatives à appliquer, la sollicitation de systèmes à des entreprises dans l'analyse financière des respectifs systèmes.

Les principaux résultats indiquent que l'utilisation des énergies renouvelables contribue à une planète plus saine. Ils indiquent aussi que les consommations énergétiques associés aux installations sportives avec des piscines sont considérables. On vérifie que les installations et les équipements de la piscine en étude se trouvent en accord avec les directrices définies par la législation en vigueur. Les critères d'occupation dans la piscine s'accordent avec les valeurs définies par la législation actuelle. Relativement aux requis de qualité et de traitement d'eau de la piscine en étude, ainsi que les requis thermiques et de ventilation, illumination et acoustique, on vérifie que ceux-ci se trouvent en harmonie avec les valeurs définies par la législation actuellement en vigueur. On vérifie que dans la totalité de la consommation de pertes calorifiques, les pertes par évaporation correspondent à près de 83,4% (pour cent) de la consommation totale, les pertes par renouvellement d'eau à 9,08% et par radiation à 7,52%. Relativement à la consommation totale quotidienne en électricité, on vérifie que l'unité qui déshumidifie représente près de 50,3% de l'énergie électrique consommée et les bombes qui circulent correspondent à près de 34,2%, considérant que l'unité de radiation ultraviolette représente une consommation environ de 12,5%. L'installation a un volume de gaz naturel consommé dans la chaudière, pour le chauffage des circuits de la piscine,

environ de 3.066,00 KWh par jour et une valeur moyenne mensuelle de gaz naturel de près de 2.980,00€. On vérifie ainsi que la consommation moyenne par mois en électricité se traduit en 27.538,50kWh, ce qui représente un coût mensuel d'environ 3.675,00€. On a réalisé l'étude de deux processus de conversion d'énergie basés sur des sources renouvelables. Le système de climatisation à travers la pompe de chaleur ne s'est pas révélé viable économiquement. On a conclu que l'installation d'un système intégré de chaudière à gaz naturel avec un système solaire thermodynamique est un investissement intéressant et contribue à la réduction des consommations énergétiques, une fois que l'installation de ce système solaire thermodynamique avec un investissement de 59.696,00€, pourra récupérer le capital investi en 3,65 ans.

*“Nós não herdamos a Terra dos nossos pais;
apenas a pedimos emprestada aos nossos filhos.”
(Provérbio Índio)*

Introdução

1.1 Considerações gerais

O mundo em que habitamos mantém-se estável através das mudanças e alterações contínuas a que está sujeito e que ocorrem de uma forma natural. Actualmente podemos assistir a algumas dessas mudanças naturais no planeta, sendo que, os constantes ajustes das placas tectónicas têm originado sismos de grande magnitude, tal como, na Tailândia em 2004, em *L'Aquila* na Itália em 2009, Haiti em *Port-au-Prince* em Janeiro de 2010 e ainda no Chile em Fevereiro de 2010, ou até mesmo a inconveniente erupção do vulcão islandês *Eyjafjallajokull*. Todavia, estas mudanças podem ocorrer numa escala de tempo extensa, em milhares de milhões de anos. Contudo, sabemos que este tipo de acontecimentos naturais acontece no sentido de manter o planeta activo através das interacções dos ciclos biogeoquímicos (Oliveira, 2005).

Deste modo, a estes fenómenos naturais podemos acrescentar a intervenção do Homem em algumas das alterações ambientais que vão acontecendo no planeta.

De acordo com Oliveira (2005), as acções provocadas pelo Homem podem revelar consequências diversas, tal como, processos de desgaste que incidem nas condutas do solo, da água ou do ar, assim como, na junção de poluentes e resíduos, na destruição de sistemas ambientais únicos ou ainda na utilização abusiva de recursos não renováveis ou potencialmente escassos.

Assim, o meio ambiente é algo que diz respeito a todos quanto habitam neste planeta. A cultura que deverá estar inerente a cada um de nós deverá ser a de proteger o meio ambiente onde habitamos, deixando-o nas melhores condições possíveis para as gerações futuras.

1.2 Problema

Hoje em dia a energia e em particular as renováveis são um dos principais temas de debate internacional. Existindo assim uma realidade que arrisca a qualidade de vida dos cidadãos e a sustentabilidade e eficiência

energética. Deste modo, tendo em conta que a utilização da energia é essencial e importante para o desenvolvimento económico e a qualidade de vida das comunidades, procuramos efectuar uma reflexão cuidada acerca da importância e utilização desta, assim como a sua aplicação de um modo mais eficiente.

No entanto, sabemos que este processo tem sobretudo a ver com a questão da cidadania das sociedades e a sua educação ambiental. Assim, procuramos também intervir como cidadãos atentos nesta problemática actual e em desenvolvimento.

A contribuição necessária para estas questões partiu de observações sistemáticas diárias efectuadas ao longo da nossa prática como profissionais da área de desporto. Partindo destas observações e constatações, verificamos que ao longo do tempo foram surgindo questões: Como poderemos analisar o problema actual da energia e as suas aplicações? Qual a nossa contribuição para o aumento da utilização das energias renováveis nos espaços desportivos?

Neste sentido, procuramos desenvolver um estudo que tivesse em conta a importância de economizar e partir em busca de alternativas energéticas, com o intuito de condicionar as actuais e as novas instalações desportivas, no sentido de ser dada prioridade às energias alternativas.

1.3 Objectivo

Para a realização deste estudo baseámo-nos nos consumos energéticos que estão associados a uma instalação desportiva com piscinas e a utilização de energias renováveis através de sistemas mais eficientes e económicos.

Procuramos orientar este estudo tendo por base a legislação actual e seguindo linhas orientadoras como o enquadramento e a organização estrutural da piscina, instalações, equipamentos existentes e respectiva lotação, qualidade e tratamento da água, requisitos térmicos, ventilação e iluminação, a utilização de energia na piscina, solicitação de propostas de sistemas, estudo dos sistemas de energias alternativas a aplicar, análise económica dos sistemas e as respectivas conclusões e sugestões.

1.4 Organização da Dissertação

O presente estudo encontra-se dividido em cinco capítulos que passamos a enunciar:

No primeiro capítulo, referente à revisão da literatura, efectuamos uma investigação teórica acerca do tema em estudo, procurando enquadrar as diferentes matérias. Deste modo, no primeiro ponto, focamos a gestão e a gestão desportiva em particular, sublinhando aspectos essenciais a ter em conta na gestão de piscinas. No ponto dois, fizemos um enquadramento legal da legislação em vigor relativamente à regulação das piscinas e das políticas energéticas actuais. A energia e a sua importância actual são mencionadas no ponto três do estudo. Neste ponto, apresentamos uma síntese das energias renováveis e recordamos as metas a atingir no Protocolo de Quioto e na Cimeira de Copenhaga. No ponto quatro analisamos sistemas ligados à eficiência energética com o intuito de utilizar a energia de um modo mais eficiente.

Na Metodologia, é descrito o modo como o estudo foi realizado, a sua principal finalidade, assim como a caracterização da amostra e o procedimento na recolha de dados.

No terceiro capítulo apresentamos e discutimos os resultados recolhidos ao longo de todo o estudo, tendo em conta a exposição total dos dados.

As conclusões obtidas são mencionadas no quarto capítulo, assim como apresentamos sugestões para futuros trabalhos no quinto capítulo.

Todo o processo envolveu a consulta de bibliografia diversa que se encontra na parte final do trabalho, bem como os respectivos anexos.

CAPÍTULO I

Revisão da Literatura

1. Enquadramento da Gestão

1.1 O Desenvolvimento da Gestão

Ao longo dos anos o conceito de gestão foi evoluindo e encontrar uma definição que seja unânime não se revela fácil. Contudo, ao longo do último século este conceito sofreu uma evolução acentuada e actualmente consegue reunir algum consenso entre os autores.

Deste modo, autores como Ferreira *et al.* (2001) e Rodrigues (2002) consideram o francês Fayol como um dos primeiros pensadores da Gestão. Rodrigues (2002) argumenta ainda que se deve a Henri Fayol a definição simples e directa de que “*gerir era prever e planear, organizar, comandar, coordenar e controlar*”.

Por outro lado, Chester Barnard assume que as organizações são sistemas sociais e não podem deixar de ter uma finalidade “moral”, a de se legitimarem pelos serviços que prestam (Rodrigues, 2002). Em 1951, James Burnham, faz referência a que “*o exercício do poder de gerir cria a sua própria justificação*” (Rodrigues, 2002).

Todavia, autores como Rodrigues (2002) e Cardoso e Rodrigues (2006), referem-se a Peter Drucker como o “pai” da disciplina de Gestão, em que este admitia a Gestão moderna como “*a ciência que trata sobre pessoas nas organizações*”.

Deste modo, segundo o dicionário da língua portuguesa, gestão, refere-se ao acto de gerir, de administrar, regular, governar, que resulta do latim “*gestiōne*”, «acção de dirigir» (Costa e Melo, 1999).

Oliveira (2005) refere que a Gestão enquadra-se com a execução e definição de uma estratégia que projectará a organização na aquisição e mobilização de recursos necessários para o seu funcionamento. O mesmo autor (Oliveira, 2005) refere-se ainda à gestão como sendo um acto contínuo de gerir e de administrar o conjunto de operações, durante um determinado prazo, numa empresa.

De acordo com Nunes (2006), compete à gestão a optimização do funcionamento das organizações através da tomada de decisões lógicas e

apoiadas na recolha e tratamento de dados e informação que seja útil. Deste modo, a satisfação dos interesses dos colaboradores e proprietários devem ser contributivos para o seu desenvolvimento e para a satisfação de necessidades da sociedade, de um modo geral, ou de um grupo, em particular, sendo que o gestor deve ser aquele que pertence à organização e a quem compete a execução das tarefas confiadas à gestão.

1.1.1 Gestão Desportiva

Hoje em dia a Gestão Desportiva tem uma relevância acentuada no contexto do desporto.

Deste modo, segundo Pires e Sarmento (2001), nos últimos anos diversos autores têm-se dedicado à problemática da Gestão Desportiva, deixando um conjunto de indicadores que determinam a sua existência como uma nova área de intervenção profissional.

Estes autores (Pires e Sarmento, 2001) referem ainda que a Gestão do Desporto não surge de forma espontânea, sendo que, à semelhança de outras realidades, é o resultado de um processo evolutivo longo. Mencionam ainda que a actual Gestão do Desporto encontra as suas raízes na pedagogia do desporto em geral e que resulta do cruzamento de várias ciências.

Assim, o “toque especial” da Gestão Desportiva tem de ser encontrado num conjunto de disciplinas que tenham a ver, sob o ponto de vista, sociológico, biológico, psicológico e cultural, com o mundo do desporto. Gerir é saber utilizar os instrumentos que a gestão fornece aplicado a um determinado conhecimento tecnológico, ou seja o desporto (Pires e Sarmento, 2001).

Ao longo dos tempos a gestão desportiva desenvolveu-se nos diferentes continentes, sendo que na Europa encontramos autores de referência como Dumazedier (1950) com a obra “Regards Neufs Sur le Sport”, ou ainda Magname (1964) com a obra “Sociologie du Sport Situation du Loisir Sportif Dans la Culture Contemporaine”. Meynaud (1966) através de “Sport et Politique”, Berthaud, Brohm, Gantheret & Laguillaumie (1972) através da obra colectiva “Sport, Culture et Repression” e ainda com Bernard Jeu (1972) que procurou definir os conceitos, as estruturas e os modelos relativamente ao processo desportivo na obra “Le Sport, la Mort, la Violence”, em que procura a

necessidade de definir políticas desportivas. Em 1975, o Comité Olímpico Internacional edita a obra “Problemes d’Organization et d’Administration du Sport” onde surgem nomes credenciados no domínio da pedagogia do desporto como o de J. M. Cagical (Pires e Sarmento, 2001).

Pires e Sarmento (2001) referem que em Portugal, a obra de Eurico Serra, em 1939, “Desporto Educação Física e Estado” referência a necessidade de o estado intervir administrativamente no desporto, sendo que, em 1967, José Esteves, perspectiva uma ideologia diferente publicada em “Desporto e as Estruturas Sociais”. Em 1974, Manuel Sérgio, com “Para uma Renovação do Desporto Nacional” inicia uma nova abertura na discussão da organização desportiva. Obras como a de Melo e Carvalho (1975) “Desporto e Revolução, Uma Política Desportiva” e de Jorge Crespo (1976) “O Desenvolvimento do Desporto em Portugal um Acto Político” estão na génese do desenvolvimento da gestão desportiva no nosso país.

Surgem também várias organizações relacionadas com a Gestão do Desporto, sendo que na América do Norte a “North América Society for Sports Management” foi fundada em 1985/86 por académicos dos Estados Unidos e Canadá. Na Europa existe desde 1993 a “European Association for Sports Management”, sendo que, na Austrália, Japão, Nova Zelândia, existem situações semelhantes de organizações dedicadas à gestão desportiva (Pires e Sarmento, 2001).

Deste modo, o desporto actual, moderno, necessita de ser gerido por pessoas com qualificações ideais e que saibam como fazer e porque fazer, não deixando os acontecimentos ao acaso (Pires e Sarmento, 2001). A Gestão do Desporto existe porque tem soluções para resolver problemas e tem a sua razão de permanecer porque existem ou surgem problemas imprevisíveis para os quais é necessário encontrar novas respostas. Toda e qualquer organização tem as suas rotinas e quanto melhor elas foram realizadas mais a organização está disponível para desenvolver e idealizar novos projectos.

Pires e Sarmento (2001) referem que se torna necessário que surja à frente das organizações pessoas cada vez mais especializadas, sendo que nas mudanças sociais actuais, possam fazer com que as organizações estejam mais preparadas para as tendências e variações.

Deste modo, Coelho (2009) (cit. Hernandez, 1999), refere que a gestão das organizações desportivas deve criar sistemas coerentes de procedimentos nas tomadas de decisão no que diz respeito aos objectivos definidos para o desporto. Esses objectivos devem também estimular os membros de uma organização a trabalharem em equipa, com acções coordenadas e objectivos perfeitamente definidos.

Assim, a gestão do desporto enquanto instrumento é capaz de resolver, ou, ajudar a resolver, os problemas do desporto moderno, contextualizados ao ambiente onde estão a ser aplicados, ou seja, não chega aplicar as funções da gestão, planear, liderar, coordenar e controlar, torna-se necessário conhecer o meio ambiente, cultural, económico, social, político e tecnológico onde estão a ser aplicados. Deste modo, a gestão desportiva ganha o seu sentido e pode reivindicar o seu estatuto (Pires e Sarmento, 2001).

1.1.2 Gestão de Instalações Desportivas

A interpretação de instalação desportiva poderá ser analisada e vista de diferentes modos, sendo que o normal é considerarmos que a instalação desportiva está destinada à prática do desporto.

Neste contexto, consideramos como instalação desportiva aquela que foi construída especificamente para a prática desportiva, sendo identificável e correspondendo a modelos mais ou menos definidos. Podemos encontrar desde os convencionais, tal como piscinas, campos de futebol, polidesportivos, aos mais singulares, como campos de golfe, pistas de esqui, entre outros (Pinto e Sarmento, 2009).

Contudo, estes autores (Pinto e Sarmento, 2009) referenciam ainda que existem diferenças entre dois tipos de equipamentos desportivos, sendo que existem aqueles que foram construídos especificamente para a prática desportiva e aqueles que são utilizados como um espaço desportivo aproveitando o meio envolvente natural.

Dada a natureza do nosso trabalho iremos focar-nos na instalação desportiva construída especificamente para a prática do desporto.

No que se refere às instalações desportivas, por vezes, parece não existir a necessidade de corresponder a uma determinada procura nem de

justificar os investimentos, verificando-se que assistimos a um crescimento, por vezes, desorganizado, do número de instalações desportivas existentes no nosso País (Pinto e Sarmento, 2009).

Deste modo Sarmento (2005) refere que no planeamento e organização de estruturas, deve-se apostar em segmentos de mercados específicos, assim como no aumento da qualidade dos serviços e na redução do seu custo.

Sarmento (1997) propõe ainda que uma política de implantação de instalações desportivas deve ir ao encontro de práticas desportivas de reconhecido valor na formação dos jovens e na recreação e tempos livres da generalidade dos grupos sociais. É reconhecido que a construção de equipamentos sociais teve nos últimos tempos uma enorme e nova dimensão, tendo como principal factor a qualidade e a multifuncionalidade dos serviços e instalações disponibilizadas. Esta nova situação impõe investimentos que, de certo modo, são avultados, tanto nas fases de projecção e construção, como nas fases de manutenção e conservação, o que condiciona a rentabilidade de exploração e funcionamento dos equipamentos desportivos.

Assim, Beleza e Sarmento (2000) referem que se torna imperativo reduzir os custos de manutenção e operação das instalações desportivas, procurando-se investir na procura de soluções mais eficientes e integradas, capazes de diminuir o impacto financeiro nos orçamentos.

Segundo Sarmento (2005), actualmente procura-se um novo princípio onde a interdependência na gestão de instalações desportivas possa surgir em diferentes áreas tais como, no ajustamento das políticas desportivas, no ordenamento das instalações e na formação de equipas de gestão e manutenção de instalações e equipamentos desportivos.

Assim, pretende-se que no futuro os espaços desportivos sejam devidamente enquadrados e dimensionados à realidade do meio onde estão situados e que sejam salvaguardados os investimentos efectuados.

1.1.3 Tipos de Instalações Desportivas

Segundo o Decreto-Lei n.º 317/97, de 25 de Novembro, as instalações desportivas podem ser classificadas como: de base formativa, de base recreativa, especializadas e especiais para o espectáculo desportivo.

Deste modo, as classificadas de base formativas têm como principal objectivo a educação desportiva e englobam as salas de desporto, pequenos ginásios e polivalentes exteriores.

As actividades desportivas de carácter informal e práticas de manutenção de lazer activo designam-se como instalações de base recreativas, e englobam equipamentos como: espaços urbanos, piscinas com um plano de água inferior a 166 m² e espaços urbanos e naturais para animação desportiva informal.

As instalações especializadas são concebidas para as actividades desportivas como ténis, pistas de atletismo e campos de squash. Aquelas que são essenciais para o espectáculo desportivo são concebidas para a realização de competições desportivas e que estão preparadas para receber público, comunicação social e possuindo os meios técnicos essenciais para o bom desenvolvimento da competição desportiva. Incluem espaços como estádios, piscinas e pavilhões multiusos (Pinto e Sarmento, 2009).

De acordo com Pinto e Sarmento (2009), o Atlas Desportivo Nacional, sendo um programa desenvolvido pela Administração Pública Desportiva e que tem como objectivos sistematizar o levantamento e análise da situação desportiva nacional, estabelece a seguinte classificação para tipos de instalações desportivas: Piscinas: descobertas, cobertas, de competição, de formação, de lazer ou multifuncionais; Grandes Campos: Instalação de ar livre que possuem dimensões sempre superiores a 90 x 45 metros; Pequenos Campos: Instalação de ar livre com dimensões que rondam os 40 x 20 metros e pisos muito diversificados; Salas de Desporto: instalação coberta para a prática de diversas modalidades, com dimensões idênticas às dos pequenos campos; Pavilhões: Instalação destinada a multiuso, polivalente ou monodisciplinar e Pistas de Atletismo.

1.1.3.1 Classificação das Piscinas

Segundo a NP EN 15288-2:2009, do Instituto Português da Qualidade, o termo “piscina/tanque” refere-se a uma *“instalação dotada de um ou vários planos de água, destinada à prática da natação, actividades recreativas ou outras actividades físicas em meio aquático”*. Define ainda o termo “piscina

coberta” como uma *“instalação compreendendo um ou mais planos de água para banhos, integrada num edifício e coberta por uma estrutura (fixa ou móvel)”*.

Assim, a NP EN 15288-2:2009, considera instalações de uso público as que estão acessíveis ao público em geral, independentemente do modo de pagamento para acesso.

Quanto à sua classificação, e de acordo com a NP EN 15288-2:2009, as piscinas podem basear-se nos seguintes critérios:

- *Piscinas do tipo 1, designam-se como piscinas onde as actividades aquáticas se constituem como a actividade principal, como exemplo, as piscinas municipais, piscinas de recreio e lazer e parques aquáticos, sendo o seu uso considerado público;*
- *Piscinas do tipo 2, são as destinadas a proporcionar serviços complementares à actividade principal de empreendimentos, como exemplo, piscinas de hotéis, piscinas de parques de campismo, piscinas de clubes e piscinas terapêuticas, sendo de igual modo o seu uso considerado público;*
- *Piscinas do tipo 3, são todas as piscinas com excepção das piscinas de tipo 1 e 2;*

Todavia, segundo Borges (2004) os critérios de localização devem condicionar a construção de piscinas de modo a que se situem junto de escolas e integrando-as com espaços verdes e zonas de recreio, devendo estar centralizadas em relação à área de residência que vão servir. Deste modo, o tipo de projecto a desenvolver deve condicionar a forma da piscina e recomenda-se duas formas de piscinas cobertas, segundo o tipo de serviços que vão prestar:

- Piscina mista desportiva e de recreio de 25m x 12,5m x 1,45m (e até 2,20m) e piscina de ensino e recreio de 12,5m x 6m x 0,70m (e até 1,10m);
- Piscina mista desportiva e de recreio de 25m x 16,67m x 1,45m (e até 2,20m) e piscina de ensino e recreio de 16,67m x 8m x 0,70m (e até 1,35m);

Borges (2004) refere ainda que se a utilização da piscina estiver prevista para a realização de pólo aquático é necessária uma profundidade superior, aumentando assim os custos de manutenção.

A construção de uma piscina de 50m apenas justifica-se em cidades com grandes populações ou para treino de desportistas de elite em centros específicos (Borges, 2004).

1.1.4 Gestão de Piscinas

A Directiva CNQ 23/93 (1993), do Conselho Nacional de Qualidade, refere que, para a condução e o controlo do funcionamento das piscinas e dos estabelecimentos aquáticos, os proprietários devem dispor de pessoal técnico devidamente habilitado para o exercício das suas atribuições específicas.

Deste modo, para a representação dos titulares, deverá haver um director ou encarregado geral que será o responsável pelo funcionamento das instalações e dos serviços, assim como pelo cumprimento das normas de utilização e de manutenção das condições de qualidade do estabelecimento. Assim, durante os períodos de funcionamento da piscina deve estar assegurada a presença do responsável (CNQ 23/93, 1993).

Segundo Beleza *et al.* (2007), as piscinas são dos tipos de instalações desportivas mais complexos de gerir. Deste modo, compete ao director da piscina zelar pelo bom funcionamento das instalações e dos serviços, garantindo o cumprimento das normas de utilização e de manutenção das condições de qualidade do estabelecimento. É da competência deste supervisionar o funcionamento das instalações de tratamento de água, de tratamento e condicionamento do ar, verificar o estado de limpeza e higiene geral e as condições de utilização dos banhistas.

O DR 5/97, na secção III - Requisitos do pessoal e suas funções, artigo 41º, refere que o funcionamento dos recintos deve estar assegurado por um conjunto de pessoas com adequada formação para as tarefas que lhes serão distribuídas. Deste modo, para um bom desenvolvimento de um recinto desportivo deve estar assegurado pessoal de direcção, vigilância, recepção, nadadores salvadores, técnicos de manutenção e técnicos de limpeza.

Na mesma linha de acção Borges (2004), refere que na decisão das diferentes posições vitais para o funcionamento da instalação é importante a definição do perfil das pessoas a recrutar para as funções.

Deste modo, recomenda-se um gestor da instalação, encarregado geral, administrativo, técnicos de manutenção, recepcionistas, serviços gerais e corpo docente, assegurando assim três grandes áreas de funcionamento: Estrutura Directiva, Estrutura Técnica e Funcionários (Borges, 2004).

1.1.4.1 Gestor Técnico

O director técnico deverá ser a pessoa que organiza toda a estrutura da instalação, desde o ensino a ser aplicado aos professores e deve também saber responder às dúvidas dos utentes. Deve ser o elemento que faz a ligação entre o proprietário da instalação, o utente e o professor (Borges, 2004).

Deste modo, a instalação aquática deve possuir um líder que funcione como director técnico e que assuma a responsabilidade do desempenho e o bom funcionamento das instalações.

Assim, Borges (2004) refere que o director técnico deve ter como principais características: dinamismo, simpatia, saber ouvir, poder de decisão, ser persistente, lutador e saber falar com o proprietário numa linguagem económica e aos professores numa linguagem pedagógica. Deve motivar a sua equipa, escutar com atenção as sugestões e deve sempre reconhecer o esforço e o trabalho da sua equipa.

O director técnico tem inúmeras funções para uma boa funcionalidade da instalação. Estas passam sobretudo pela definição das pedagogias e conteúdos programáticos, actuação dos professores, atendimento dos utentes, assegurar a integração de todos os elementos da instalação, estruturar os horários, turmas e vagas, manter a qualidade, resolver atritos, fazer avaliações, manter o corpo docente estável, melhorar a capacidade profissional, entre outros (Borges, 2004).

No entanto, no exercício das suas funções, Borges (2004) refere que deverá ter em atenção que haverá uma maior ou menor especialização dos elementos que constituem a equipa, sendo que, a área de tratamento da água

e higiene das instalações, é extremamente importante para a qualidade dos serviços a prestar.

1.1.4.2 Gestão dos Recursos Humanos

Quando uma estrutura desportiva é planeada é importante referir que o planeamento dos recursos humanos deve também ser planeado com cuidado e com antecedência para haver um bom funcionamento da instalação e sucesso da organização.

De acordo com Pinto e Sarmento (2009) deve-se ter em conta as linhas gerais da organização desde o início e quais as tarefas que serão atribuídas às diferentes pessoas que se irão movimentar no espaço. Assim, é importante definir quais as tarefas que serão realizadas por pessoas contratadas (pessoal auxiliar, técnicos de manutenção, professores, pessoal administrativo, entre outros) e quais as tarefas que serão atribuídas a empresas de serviços. Ou seja, torna-se importante definir o perfil e a quantidade dos recursos humanos necessários, tendo em conta todos os aspectos envolventes (turnos, férias, previsão de horários, entre outros). Os recursos materiais (desde o desportivo ao administrativo) são, de igual modo, importantes para um bom funcionamento da instalação desportiva, tendo sempre em vista a linha orientadora que foi definida para a organização.

1.1.4.3 Gestão de Conservação

A manutenção e conservação dos equipamentos deve ser considerado um factor essencial para um bom funcionamento destes. Assim, desde a fase da implementação do projecto torna-se importante delinear que a instalação funcione com óptimas condições durante o máximo de tempo (Pinto e Sarmento, 2009). Assim, torna-se importante uma manutenção preventiva que passa pela conservação do equipamento, manutenção, limpeza, trabalhos de reparação de avarias, previsão do controlo de consumos, eficiência dos aparelhos, consumos de electricidade, combustíveis, água, comunicações, produtos para a piscina e de limpeza. Deste modo, assegura-se que a

instalação se mantenha em óptimas condições durante o maior período de tempo.

1.1.4.4 Gestão de Funcionamento

Os responsáveis devem ter em linha de conta as capacidades do espaço desportivo para planearem coerentemente o funcionamento das actividades que irão aí ser realizadas. Deste modo, uma programação cuidada, com programas regulares, previsão de entrada de clientes e capacidade de oferta do equipamento torna-se importante para que seja traçada uma linha orientadora que conduza a instalação e as suas actividades (Pinto e Sarmento, 2009).

1.1.4.5 Gestão Financeira

Um dos aspectos essenciais para o bom desenvolvimento dos equipamentos desportivos é a gestão financeira e o controlo regular dos custos.

Assim, deve ser elaborado um orçamento geral e um orçamento parcial onde se incluirão as actividades, eventos a realizar, manutenção de equipamentos, administrativa, entre outros. Assegurar um controlo e avaliação permanente que permita as devidas adaptações e correcções tendo em conta o plano inicial e consoante os desvios verificados (Pinto e Sarmento, 2009).

2. Enquadramento Legal

2.1 Norma Europeia 15288-1 e 2:2008

O Comité Europeu de Normalização (CEN) ratificou em 25 de Julho de 2008 a norma europeia EN 15288 “*swimming pools*”. Esta norma subdivide-se em duas partes sendo que a parte 1 está destinada aos requisitos de segurança para a concepção e a parte 2 dirigida aos requisitos de segurança para o funcionamento.

De acordo com o regulamento interno do CEN esta norma deve ser implementada pelos organismos nacionais de normalização de diferentes países, estando incluídos nestes Portugal. Deste modo, o Instituto Português da Qualidade (IPQ) relativamente à norma europeia EN 15288-1 e 2:2008 atribui o estatuto de norma portuguesa a 26 de Fevereiro de 2009, sendo designada por NP EN 15288-1 e 2:2009.

Deste modo, tem como objectivo especificar os requisitos de segurança relativos à concepção e funcionamento das piscinas, sendo dirigida a todos os responsáveis pelo funcionamento e gestão de piscinas. A norma descreve recomendações para a construção, planeamento e operação na primeira parte e numa segunda parte aponta recomendações sobre riscos para o pessoal e utilizadores das piscinas públicas.

É referido na presente norma que em situações de piscinas constituídas por zonas delimitadas de rios, lagos ou mar, esta tem uma aplicação limitada.

Assim, a NP EN 15288-1 e 2:2009, vem substituir a directiva do Conselho Nacional de Qualidade CNQ 23/93 relativa à Qualidade nas Piscinas de Uso Público. Contudo, verifica-se que a Directiva do Conselho Nacional de Qualidade CNQ 23/93 continua bastante actual devido a insuficiências daquela norma em alguns aspectos como, por exemplo, o que diz respeito à qualidade da água da piscina.

Verifica-se ainda que as questões energéticas nos edifícios que incorporam piscinas não são referidas em nenhum dos pontos desta norma, deixando assim um vazio normativo neste documento. Uma vez que a conjuntura actual, relativamente às energias, é bastante relevante e a norma

ser recente, exigia-se uma reflexão mais profunda nesta matéria e mais propriamente nestes documentos legais que irão orientar o processo de construção e manutenção de futuros equipamentos.

Assim, para a questão energética nos edifícios desportivos, mais propriamente em piscinas, teremos que nos socorrer de outros documentos legais que serão referenciados mais à frente.

2.2 Directiva CNQ 23/93

Apesar de actualmente estar disponível a norma europeia EN 15288 relativa às piscinas e este ser o documento normativo em vigor, faremos, porém, referência neste trabalho à directiva publicada pelo Conselho Nacional de Qualidade (CNQ) em 1993 sobre “A Qualidade nas Piscinas de Uso Público”, uma vez que esta regulou durante vários anos a construção e manutenção das piscinas públicas em Portugal.

Assim, esta directiva denominada CNQ 23/93 faz referência a um conjunto de recomendações e cuidados relativamente à segurança, higiene, funcionalidade e aos factores responsáveis pela qualidade nas piscinas de uso público, não familiares. Deste modo, a Directiva CNQ 23/93 tem como objectivo a *“fixação das disposições de segurança, higiénico-sanitárias e técnico-funcionais que devem ser observadas nas piscinas e nos estabelecimentos dedicados a actividades recreativas aquáticas de uso público”*. Da aplicação desta directiva são excluídas as piscinas de uso familiar, piscinas terapêuticas ou termais, nas quais se desenvolvem actividades submetidas a um controlo sanitário específico.

Esta directiva expõe no seu capítulo I, quanto à localização e implantação das piscinas, que devem possuir capacidade para que as soluções construtivas adoptadas não se traduzam em impactes ambientais negativos e que devem reunir boas condições de exposição aos raios solares, de protecção contra os ventos dominantes, de afastamento e de protecção relativamente a fontes de poluição atmosférica, hídrica e sonora. Na referida directiva é ainda salientado que aquando da instalação das piscinas estas devem reunir condições de acesso às diferentes redes de infra-estruturas e serviços urbanos. Designadamente, às redes de abastecimento e distribuição de água

potável, condução de esgotos pluviais e domésticos, distribuição de energia eléctrica, distribuição de gás e de serviços de recolha de resíduos sólidos.

Verifica-se, de igual modo, que a directiva CNQ 23/93 refere aspectos relevantes para a instalação e funcionamento das piscinas. Contudo, deixa também um pouco ao acaso a situação energética nestas instalações desportivas, não sendo referida em praticamente nenhum ponto ou capítulo, para além do que foi referenciado anteriormente.

2.3 Decreto-Lei n.º 65/97

O Decreto-Lei n. 65/97, de 31 de Março, surge com o intuito de efectuar a regulação da instalação e funcionamento dos recintos com diversões aquáticas, sendo que faz referência a um conjunto de recomendações no que diz respeito a vistorias, licenças de funcionamento e fiscalização, vindo assim, reforçar o aspecto legal relativamente à segurança e à instalação destes equipamentos desportivos em Portugal.

Todavia, o Decreto-Lei n. 65/97, de 31 de Março, no capítulo I, artigo 2º, retira do seu âmbito as piscinas públicas, particularmente, aquelas que são destinadas à prática de natação, de competição, de lazer ou recreação. Verifica-se que assim que as piscinas de uso público, não estão enquadradas neste documento.

No entanto, é referido no documento, artigo 3º - Regulamentação, que posteriormente serão aprovadas as normas para a regulamentação técnica e de segurança. Assim, como complemento do Decreto-Lei n.º 65/97, de 31 de Março, surge o Decreto Regulamentar n.º 5/97 de 31 de Março.

2.4 Decreto Regulamentar n.º 5/97

Assim, um grupo de entidades colaborou na elaboração do decreto regulamentar n.º 5/97 (DR 5/97), de 31 de Março, estando convictos de que as questões de segurança eram prioritárias e deram especial atenção aos aspectos técnicos e à articulação de todas as entidades com especiais competências nesta matéria.

Deste modo, é aprovado o Regulamento das Condições Técnicas e de Segurança dos Recintos com Diversões Aquáticas que traduz especificações ao nível de segurança nos tanques, requisitos da qualidade e tratamento de água, condições hígio-sanitárias, funcionamento dos recintos e registos. Contempla ainda nos seus anexos a classificação e caracterização dos espaços das actividades aquáticas, os parâmetros do controlo sanitário da água, requisitos das instalações de filtração de água e a sinalização indicadora do uso das actividades, das suas proibições e limitações.

Assim, no anexo I, artigo 4º - classificação e caracterização dos espaços de actividades aquáticas, é referida a inclusão no regulamento das piscinas designadas para actividades natatórias e derivadas, classificando as piscinas infantis ou chapinheiros, piscinas de diversão, piscinas polivalentes e piscinas de ondas.

Conforme, enquadramos a piscina do nosso estudo nas piscinas polivalentes, uma vez que esta está destinada a diferentes categorias de actividades e de alunos.

Tendo em conta o âmbito do nosso trabalho, procuramos referências relativas à energia no referido documento. Deste modo, no capítulo I, artigo 8º - Regime de funcionamento, encontramos um aspecto referenciando que as instalações durante o funcionamento nocturno devem dispor de um gerador de recurso que permita em situações de falta de energia um nível de iluminação mínimo, não havendo referência aos tipos e forma de instalação energética.

Deste modo, neste documento não encontramos aspectos relevantes relacionados com a energia a utilizar neste tipo de instalações desportivas.

2.5 Circular Normativa n.º14/DA

A Direcção-Geral da Saúde verificando que actualmente existe uma enorme procura de piscinas para a realização de actividades físicas, desenvolveu a Circular Normativa n.º14/DA de 21 de Agosto de 2009, criando assim o *Programa de Vigilância Sanitária de Piscinas* (PVSP).

Esta circular normativa n.º14/DA tem como objectivos gerais: *“uniformizar procedimentos relativos à vigilância sanitária de piscinas, a adoptar pelos serviços de saúde pública, apresentando esquematicamente as*

várias acções a empreender no âmbito desse programa” assim como, “indicar os parâmetros microbiológicos e físico-químicos a analisar, os valores de referência máximos (ou indicativos) e as técnicas de amostragem no âmbito das acções de monitorização da qualidade da água da piscina e o ar, quando necessário”.

Inclui no seu âmbito de vigilância as piscinas de tipo 1, públicas, e as de tipo 2, semi-públicas, excluindo as piscinas de tipo 3, uso privado, uma vez que são de uso familiar e têm um funcionamento reduzido.

Refere ainda, no ponto 5.1.2, que deverá ser organizado um cadastro das piscinas que estão abrangidas pela unidade local de saúde pública. Neste cadastro deverá estar incluído os elementos de identificação e designação da piscina, endereço, telefone, entidade que regula o controlo da água, registo dos caudais de ventilação, temperatura do ar e água e ainda a humidade relativa do ar.

Assim, deverá estar organizado nas unidades locais de saúde pública os processos individuais de cada instalação desportiva que incorporam as piscinas de tipo 1 e 2, uniformizando assim a vigilância sanitária de piscinas.

2.6 Decreto-Lei 306/2007

O Decreto-Lei 5/97 no capítulo III, secção I, artigo 30º, n.º 1 - água para consumo humano, indica que as águas a utilizar em piscinas devem ser potáveis e estar de acordo com a legislação em vigor.

Assim, o Decreto-Lei 236/98, de 1 de Agosto, no seu âmbito estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos. Deste modo, o referido decreto define, entre outros aspectos, os requisitos de utilização de água para consumo humano, sendo mais tarde definidos pelo Decreto-Lei 306/2007. No entanto, este Decreto-Lei, no capítulo I, artigo 2º, exclui do seu âmbito de aplicação as águas destinadas a piscinas, continuando a não serem regulamentadas legalmente neste aspecto.

Deste modo, após a verificação do Decreto-Lei 236/98, de 1 de Agosto surge, apenas no que se refere a água destinada a consumo humano, o Decreto-Lei 243/2001 de 5 de Setembro e na sequência deste o Decreto-Lei

306/2007 de 27 de Agosto. Assim, segundo Beleza *et al.* (2007) a água para consumo humano a usar em piscinas públicas deve ter os requisitos exigidos no Decreto-Lei 306/2007 de 27 de Agosto.

Relativamente à água de abastecimento ao tanque de compensação, segundo o decreto-lei 5/97, capítulo III, secção I, artigo 31º - água para consumo nas actividades aquáticas, poderá ser originária da rede de abastecimento público de água potável, contudo, deve ser autorizada pela respectiva autoridade de Saúde e Ambiente da área. O controlo da água de fornecimento deve ser realizado de acordo com o Anexo II do Decreto-Lei 306/2007 de 27 de Agosto (Beleza *et al.*, 2007).

2.7 Decretos-Lei 78,79,80/2006

Quanto ao desempenho energético dos edifícios, os decretos-lei 78,79,80/2006, de 4 de Abril, transpõem a directiva europeia 2002/91 e estabelecem que os estados membros devem implementar um sistema de certificação energética de modo a dar informação aos cidadãos relativamente à qualidade térmica dos edifícios.

De acordo com o preâmbulo do decreto-lei 78/2006, de 4 de Abril, o sistema de certificação deve abranger todos os grandes edifícios públicos e edifícios frequentemente visitados pelo público. Deste modo, durante o funcionamento do edifício, a certificação energética permitirá aos futuros utentes obter informação sobre os consumos de energia e aferir os consumos energéticos reais, sendo que, nos edifícios existentes, esta destina-se a dar informação acerca de como melhorar o desempenho e reduzir as despesas energéticas, melhorando a eficiência energética do edifício.

Assim, assegurando um desempenho energético com eficiência energética, os decretos-lei 78,79,80/2006, pretendem que as inspecções no âmbito da certificação assegurem uma boa qualidade do ar interior, de modo a que não cause danos na saúde pública e assegurar a adequada manutenção do ar interior reduzindo os riscos de problemas dando assim indicadores de confiança nos ambientes interiores tratados com sistemas de climatização.

Deste modo, no capítulo IX, artigo 27º, n.º 7 do DL 79/2006, é referido que as piscinas aquecidas cobertas até 500 m² devem estar abrangidas.

Assim, e de acordo com o âmbito do presente trabalho, o decreto-lei 79/2006, refere ainda, no capítulo IX, artigo 33º - Requisitos da manutenção da qualidade do ar interior, que com a periodicidade de 2 anos, os edifícios que alberguem instituições de ensino ou espaços desportivos, devem ser auditados. As condições higiénicas das instalações de tratamento do ar (condutas e filtros) devem de igual modo ser verificadas (Beleza *et al.*, 2007). No capítulo IX – Periodicidade de inspecções a caldeiras e equipamentos de ar condicionado, artigo 36º, é referido que as caldeiras e equipamentos de climatização, de acordo com a potência e tipo de energia utilizada, devem realizar inspecções periódicas, tendo em conta a verificação da sua eficiência ou a possível substituição desta.

De acordo com o decreto-lei 79/2006, na construção de novos edifícios, devem ser incorporados obrigatoriamente sistemas de energias alternativas, tais como, colectores solares para a água quente sanitária (AQS), sistemas de aproveitamento de biomassa e energia geotérmica e sistemas combinados de solar térmico, fotovoltaico e eólico (DL 79/2006, capítulo IX, artigo 32º, n.º 2). Deve, de igual modo, ser verificada a viabilidade económica de sistemas de co-geração nas piscinas aquecidas com mais de 200 m² de plano de água (DL 79/2006, capítulo IX, artigo 27º, n.º 7).

Assim, actualmente as novas instalações desportivas, no caso das piscinas, devem ser orientadas e reguladas pelos decretos-lei 78,79,80/2006, onde estão compreendidas normas perfeitamente delineadas relativamente às questões energéticas e sobretudo na questão da instalação de energias alternativas.

2.8 Directiva Europeia 2001/77

A directiva europeia 2001/77, de 27 de Setembro, relativa “à promoção da electricidade produzida a partir de fontes de energia renováveis no mercado interno da electricidade”, estabelece a necessidade dos países membros da comunidade em promover como medida prioritária as fontes de energia renovável, uma vez que a sua exploração contribui decisivamente para a protecção do ambiente e o desenvolvimento sustentável.

Deste modo, a electricidade produzida a partir de fontes de energia renováveis torna-se uma prioridade comunitária, sendo um dos factores principais a possibilidade de cumprimento dos objectivos estabelecidos para o protocolo de Quioto.

Assim, o principal objecto da directiva 2001/77, de 27 de Setembro, é o de *“promover o aumento da contribuição das fontes de energia renováveis para a produção de electricidade no mercado interno da electricidade e criar uma base para um futuro quadro comunitário neste sector”*.

Verificam-se actualmente sérias preocupações em legislar a promoção das energias alternativas pelos países do continente europeu e a nível mundial.

Neste sentido urge a criação de novos desafios para uma melhoria do meio ambiente e para o desenvolvimento energético baseado em energias alternativas. Através da legislação, a evolução, neste sentido, torna-se uma evidência e está sustentada de uma forma sólida.

2.9 Política Energética Nacional

De acordo com o sítio da EDP (2010b), Portugal ao longo dos anos tem vindo utilizar mais energia proveniente dos recursos renováveis, sendo a maior parte na utilização da energia solar, eólica, hídrica e biomassa. Verifica-se assim que Portugal assume-se como o quarto país da União Europeia na utilização deste tipo de energias.

Este facto deve-se às diversas iniciativas que têm vindo a ser desenvolvidas pelo nosso país para que exista uma utilização mais eficiente e racional de energia.

Deste modo, em 1984 foi criado o Centro para a Conservação da Energia (CCE), que desde logo adoptou uma política racional e eficiente de energia. No entanto, este centro (CCE) no ano 2000 passa a ter a designação de AGEN, Agência para a Energia, e em 2001 designa-se como ADENE, continuando a política de contribuir para um maior desenvolvimento das energias renováveis em Portugal. Ainda no seguimento de uma maior eficiência e racionalização energética, foi criado o Plano Nacional para o Desenvolvimento Económico e Social (PNDES), sendo que neste plano

estavam definidas metas ambientais a serem alcançadas no nosso país durante o período de 2000 a 2006.

Outra das iniciativas do governo nacional foi o Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC), desenvolvido em 2001, com o intuito de reduzir e controlar as emissões de GEE durante o período de 2008 a 2012. Ainda no ano de 2001, o Ministério da Economia desenvolve o Programa E4 – Eficiência Energética e Energias Endógenas, que tem como principal missão abranger as metas definidas pela União Europeia na produção de electricidade através das fontes renováveis.

Continuando ainda com os programas para um maior desenvolvimento da política energética portuguesa, o Programa de Água Quente Solar para Portugal (AQSpP), desenvolvido em 2001 e impulsionado pela Direcção-Geral de Geologia e Energia (DGGE), tem como principal missão aumentar o número de colectores solares nas residências, serviços e indústrias para o aquecimento de águas, tendo como objectivo instalar 1 000 000 m² de colectores até ao ano de 2010 (EDP, 2010b).

O programa para a Eficiência Energética em Edifícios (P3E), foi criado para melhorar a eficiência energética, tendo sido desenvolvido pela DGGE no ano de 2001. Deste modo, o Sistema de Certificação Energética atribuirá aos novos edifícios um certificado que determina o seu consumo de energia, melhorando assim o desempenho energético.

Em 2002 Portugal apresenta a Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável (ENDS) para o período de 2005 a 2015. Este plano permitirá a Portugal aproximar-se dos países mais avançados da União Europeia ao nível económico, social e ambiental.

Em 2005 a Estratégia Nacional para a Energia é aprovada e tem como principal missão garantir o abastecimento de recursos energéticos e estimular a competitividade das empresas do sector da energia, garantindo uma correspondência ambiental.

Em 2008 é aprovado o Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE) que engloba uma série de medidas, entre o período 2008 a 2015, que têm como principal missão a utilização mais eficiente de energia, acordados na Directiva n.º2006/32/CE (ADENE, 2010).

Deste modo, verifica-se que Portugal tem vindo a desenvolver ao longo dos anos linhas orientadoras bem definidas e claras na melhoria do sector da sustentabilidade e racionalização energética. Assim, de acordo com o sítio da EDP (2010b), foram traçadas linhas de orientação como: *“a liberalização do mercado da electricidade, gás e combustíveis; enquadramento estrutural da concorrência nos sectores da electricidade e do gás natural; reforço das energias renováveis; promoção da eficiência energética; aprovisionamento público energeticamente eficiente e ambientalmente relevante; reorganização da fiscalidade e dos sistemas de incentivos do sistema energético; prospectiva e inovação em energia; comunicação, sensibilização e avaliação da estratégia nacional para a energia”*.

As piscinas terão que se adaptar às novas mudanças e alternativas, apoiando-se nestes pressupostos legais para que sejam desenvolvidos espaços mais amigos do ambiente e com menores custos energéticos.

3. Enquadramento Energético

3.1 A Energia e a sua Sustentabilidade

O desenvolvimento do uso da energia tem passado por diversas fases ao longo dos tempos até chegarmos à situação em que vivemos actualmente.

Domingos (2009) refere que sem energia o desenvolvimento económico não existe e a qualidade de vida perde-se. Ainda de acordo com este autor, a 2ª lei da termodinâmica diz-nos que, de facto, não é possível aproveitar toda a energia útil libertada, contudo, também nos dá a indicação de que estamos muito longe de aproveitar toda a energia que é possível.

As sociedades em geral têm necessidade de consumir energia, sobretudo após a Revolução Industrial (Álvares *et al.*, 2005). Daly e Farley (2004) referem que a Revolução Industrial provocou um impacto extremamente profundo na economia, dentro das sociedades e no ecossistema global. A sociedade em geral tornou-se bastante dependente dos combustíveis fósseis além de outros recursos não renováveis. Os combustíveis fósseis libertaram as sociedades do recurso à energia vinda do sol e permitiram a substituição do trabalho humano e animal pela energia química, verificando-se esta energia ser mais potente e permitir um acesso maior a outras matérias-primas.

De acordo com Álvares *et al.* (2005), verifica-se que o consumo deve-se fundamentalmente à utilização do carvão e do petróleo e ultimamente pela utilização do gás natural, sendo estes considerados combustíveis fósseis não renováveis devido à sua taxa de formação ser muito lenta em relação à escala temporal do homem, prevendo-se ainda que as reservas petrolíferas estejam esgotadas até ao ano de 2050. No entanto, o gás natural tem um prolongamento superior.

Deste modo, o protocolo de Quioto veio impor regras nos níveis de redução de gases de efeito de estufa aos países que o ratificaram. A União Europeia foi uma das signatárias e comprometeu-se a reduzir 8% das suas emissões de gases de efeito de estufa entre 2008 e 2012, comparativamente aos dados de referência de 1990 (Álvares *et al.*, 2005).

Assim, ao ser promovida a sustentabilidade energética, pretende-se sobretudo beneficiar o ambiente com implicações benéficas ao nível socio-económico. Deste modo, durante o século XXI os combustíveis fósseis terão um papel relevante na transição para as energias renováveis.

3.2 Definição e Tipos de Energia

A procura da definição da palavra energia leva-nos ao dicionário da Língua Portuguesa de Costa e Melo (1999) e encontramos que a energia se traduz na “capacidade de produzir trabalho; força; vigor; firmeza”.

Existem diversos tipos de manifestação de energia, sendo que se torna importante distinguir essas formas de manifestação e enquadrá-las de forma a conseguirmos estabelecer a relação entre a fonte e o tipo de manifestação.

Existe a energia química que é a energia que está reunida num átomo ou numa molécula e está presente nas ligações químicas. A energia nuclear é produzida pelas reacções nucleares, ou seja, pela fusão ou fissão de átomos, que posteriormente é transformada sucessivamente em energias térmica, mecânica e eléctrica. A energia mecânica manifesta-se através da transmissão de um movimento num determinado corpo, ou seja, é a energia que pode ser transferida por meio de força. A energia radiante é a energia que está associada à radiação electromagnética, tal como a luz, as ondas de rádio e os raios de calor. A energia térmica surge quando existe uma diferença de temperatura entre dois corpos (Marques, 2007).

3.3 Energias Não Renováveis

Os recursos energéticos não renováveis são aqueles que não podem ser restaurados pela natureza dentro de um prazo útil, ou seja, depois de extraídos da fonte demoram séculos a restabelecer-se (Filipe *et al*, 2007). Assim, os recursos não renováveis obtêm-se através de fontes fósseis, tal como o petróleo, o carvão e o gás natural. Deste modo, os recursos energéticos naturais esgotáveis são também considerados como energias primárias, uma vez que, são as mais utilizadas pela humanidade.

De acordo com Marques (2007), o petróleo e o gás natural estão entre as reservas com mais energia por unidade de volume. São de fácil armazenamento e fáceis de manusear, sendo também muito cómodo a sua utilização. O carvão pode ser utilizado na produção de energia através da combustão e é bastante abundante e barato.

Actualmente, verifica-se que as instalações desportivas, como as piscinas, de um modo geral, recorrem às energias não renováveis, tal como, o gás natural, como recurso para o funcionamento da instalação. Nos dias que decorrem a transferência de energias não renováveis para as energias renováveis revela-se um factor a ter em conta.

Assim, procederemos de seguida ao enquadramento das energias renováveis e da sua possível utilização nos espaços desportivos como as piscinas.

3.4 Energias Renováveis

De acordo com Filipe *et al.* (2007) os recursos renováveis podem reproduzir-se de um modo infinito, sendo que podem ser explorados até à exaustão. Deste modo, ao longo dos anos têm sido desenvolvidos modelos que têm em vista a optimização da obtenção dos recursos renováveis.

As energias renováveis são reconhecidas actualmente como fontes limpas ou como energias verdes e assumem um papel de extrema relevância no contexto económico (Filipe *et al.*, 2007). Estas são assim designadas devido ao facto de não poluírem a atmosfera com gases com efeito de estufa (GEE). O aproveitamento de recursos naturais para gerar energia eléctrica deve-se sobretudo ao aproveitamento da energia hídrica, eólica, solar e das ondas (Álvares *et al.*, 2005; Filipe *et al.*, 2007).

Deste modo, fontes de energia renováveis são definidas, segundo a Directiva Europeia 2001/77, como: “*as fontes de energia não fósseis renováveis (energia eólica, solar, geotérmica, das ondas, das marés, hidráulica, de biomassa, de gases dos aterros, de gases das instalações de tratamento de lixo e do biogás)*”.

Assim, de acordo com Álvares *et al.* (2005), a utilização de energias renováveis tem um impacto reduzido no meio ambiente, uma vez que contribui

para a diminuição da poluição e da emissão de GEE e promove o aumento da oferta da energia a longo prazo, sendo que na Europa os consumos de energia com origem em fontes de energia renovável correspondiam em 1999 a cerca de 6%.

Segundo a Directiva Europeia 2001/77 ficou definido que até 2010 os estados membros devem atingir uma quota de 12% de contributo final nas energias renováveis em relação ao consumo de energia primária. A nível global pretende-se que até 2010 22% da energia eléctrica utilizada seja de origem renovável (Álvares *et al.*, 2005).

Verifica-se que tem havido actualmente, ao contrário de anos passados, uma maior preocupação no investimento em energias renováveis, obtendo assim mais apoios financeiros dos respectivos governos. Assim, tendo por base uma nova realidade, espera-se que os investimentos nesta área promovam uma nova economia alternativa sustentável (Filipe *et al.*, 2007).

Deste modo, a utilização de energias renováveis nas instalações desportivas, como as piscinas, irá ter um papel fundamental na contribuição para a diminuição do consumo de energia primária, uma vez que estas instalações são grandes consumidoras de energia. Espera-se que em Portugal o número de instalações desportivas aumente nos próximos anos e que possam recorrer a energias alternativas para o seu funcionamento.

3.4.1 Energia Solar

Uma das principais fontes de energia existentes na terra é a energia solar. No centro do sol, a energia resultante das reacções de fusão dos núcleos de átomos de hidrogénio origina núcleos de hélio, sendo radiada para o espaço sobre a forma de energia electromagnética, a uma velocidade próxima dos 300.000 km por segundo. Deste modo, esta energia, ao atingir a atmosfera terrestre pode ser absorvida ou reflectida pelos seus diferentes componentes (DGEG, 2009).

Segundo Filipe *et al.* (2007) a energia proveniente do sol chega à Terra através de feixes de energia denominados de fotões, que interagem com a superfície e atmosfera da Terra. Assim, de acordo com a Direcção-Geral de Energia e Geologia (2007), a radiação solar incidente sobre uma superfície

perpendicular ao eixo Terra/Sol, situada no topo da atmosfera, é de 1367 W/m^2 . A distribuição desta radiação é constituída em cerca de 7% nos raios ultravioletas, de 47% na luz visível e nos raios infra-vermelhos em 46%. Depois de atravessar a atmosfera, a radiação solar atinge a superfície terrestre em menos 30% do que a potência registada no topo da mesma, ou seja, cerca de 1000 W/m^2 . A radiação que atinge o solo é constituída pela componente da radiação directa, que atinge directamente a superfície. A radiação difusa, que é desviada em diferentes direcções pelos componentes da atmosfera, e pela radiação reflectida, que é proveniente da reflexão no solo e nos objectos circundantes (DGEG, 2009).

Assim, a energia solar tem inúmeras vantagens que residem sobretudo nas utilizações finais directas, em aplicações distribuídas e nas disponibilidades geográficas, sobretudo em locais onde outras fontes de energia são escassas. Sabemos que a energia solar pode ser utilizada para aquecer e iluminar edifícios, aquecer água de piscinas, para fornecimento de água quente sanitária nos sectores domésticos, serviços, indústria e agropecuária. Esta energia possibilita a realização de elevadas temperaturas para produção de vapor de processo ou para gerar electricidade, através de tecnologias de concentração da radiação (DGEG, 2009)

De acordo com Filipe *et al.* (2007) uma das formas de se receber a energia proveniente do sol é através de dispositivos preparados para o efeito tal como, colectores solares, sendo que a energia recebida poderá ser utilizada em processos térmicos ou fotovoltaicos. Através do efeito fotovoltaico podemos converter a radiação solar em energia eléctrica (Filipe *et al.*, 2007). Deste modo, os colectores constituem actualmente uma importante tecnologia para a produção de energia eléctrica e uma das metas mundiais dos diferentes países é a instalação de 100 mil MW até ao ano 2025 (DGEG, 2009).

A energia proveniente da origem fotovoltaica tem sido uma das opções económicas em diversas aplicações de pequena potência. Contudo, o elevado preço destes sistemas oferece inúmeros inconvenientes ao desenvolvimento noutras aplicações, principalmente nas áreas urbanas, desde logo servidas pela rede de distribuição eléctrica. Os preços de fábrica, segundo a Direcção-Geral de Energia e Geologia (DGEG, 2009), para os módulos fotovoltaicos variam entre os 2 e 3 dólares por Watt, sendo que nos Estados Unidos os

sistemas operacionais completos podem chegar a valores entre os 5 e 7 dólares/Watt. A energia fotovoltaica tem também um papel social importante e vai além da energia produzida. Deste modo, pode contribuir para o desenvolvimento local e consolidar a economia local, diminuir os custos ao nível das infra-estruturas de produção centralizada, melhorar o ambiente e aumentar a fiabilidade do abastecimento de energia eléctrica e potenciar o transporte e distribuição de electricidade (DGEG, 2009).

De acordo com a Direcção-Geral de Energia e Geologia (2009), actualmente, a energia proveniente do sol é uma tecnologia vencida. No ano de 2002 já existiam instalados na União Europeia cerca de 12,3 milhões de m² de colectores solares térmicos. Destes, cerca de 60% encontram-se na Alemanha, Grécia e Áustria. O líder mundial em área de colectores solares *per capita* é o Chipre e possui aquecimento solar em cerca de 50% dos hotéis e em 92% das habitações particulares. Na Europa é a Grécia que está no topo com 0,26 m² *per capita*. (DGEG, 2009).

Assim, a União Europeia pretende até 2010 instalar 100 milhões de m² de colectores solares (DGEG, 2009). Grécia, Itália, Portugal, Áustria, Brasil, Libéria, Tunísia e China, prevêem a viabilidade de construção de centrais deste tipo o que representará um potencial mundial de 100 mil MW de produção eléctrica nos próximos 25 anos (DGEG, 2009). Na Alemanha, o governo já estabeleceu um aumento dos incentivos por m² de superfície colectora instalada, o que teve como consequência imediata o relançamento do mercado. No início do novo milénio existiam na China cerca de 26 milhões de m² de colectores solares e cerca de mil fabricantes de componentes e sistemas, e a meta do governo chinês para 2005 foi de 65 milhões de m². Também diversas cidades já começaram a estabelecer regulamentos municipais, que exigem a instalação de sistemas solares que garantam 60% do consumo de água quente das habitações e de edifícios de serviços (DGEG, 2009).

Segundo a Direcção-Geral de Energia e Geologia (2009) o nosso país tem um grande potencial disponível de aproveitamento deste recurso natural, uma vez que dispõe entre 2200 horas e 3000 horas no continente, e entre 1700 horas e 2200 horas, nos arquipélagos dos Açores e da Madeira. Comparativamente, na Alemanha, este indicador varia entre 1200 e 1700 horas

(DGEG, 2009). Portugal, em 2003, apenas tinha cerca de 2 MW de sistemas solares fotovoltaicos de capacidade instalada, dos quais apenas 20% se referem a instalações ligadas à rede pública. Deste modo, foram já aprovados pedidos de informação prévia que totalizam cerca de 128 MW, o que deixa uma capacidade não comprometida de 22 MW face à meta de 150 MW, para o horizonte temporal até 2010 (DGEG, 2009).

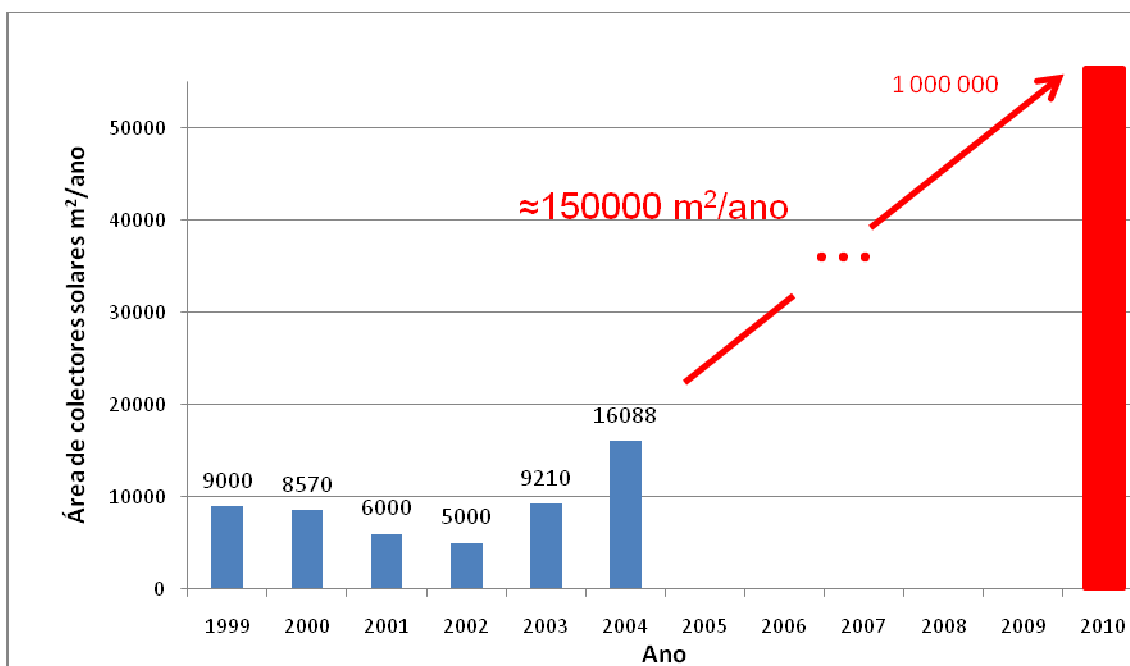


Figura n.º 1. Evolução da área de colectores solares instalados em Portugal (adaptado de DGEG, 2009).

Na cidade de Lisboa, num plano inclinado de cerca de 40° e orientado a Sul, o valor médio diário de potência da radiação solar global (radiação directa e radiação difusa) é de 414 W/m². Assim, para instalar um sistema solar de aquecimento de água em Portugal tem um custo de 600 a 800 €/m². Nos grandes sistemas o valor desce para 350 a 600 €/m² (DGEG, 2009).

Segundo Filipe *et al.* (2007) existem duas formas distintas de aproveitar a energia solar, sendo uma a forma activa, em que os raios solares são convertidos noutras formas de energia (térmica ou eléctrica) por equipamentos especialmente instalados para o efeito, outra é a forma passiva, onde se faz o aproveitamento da energia para climatização dos edifícios através de concepções e estratégias construtivas apropriadas. A instalação de colectores

solares nos edifícios pode reduzir em cerca de 80% o consumo de energia convencional (electricidade, gás natural, gás propano) para o aquecimento de água.

Todavia, através dos colectores solares fotovoltaicos, a energia solar também pode ser convertida directamente em energia eléctrica, sendo de igual modo uma fonte importante de recurso energético para as instalações desportivas com piscinas.

3.4.1.1 Colectores Solares Fotovoltaicos

A conversão de energia solar em energia eléctrica foi demonstrada em 1839 por Edmund Becquerel. Contudo, só a partir dos anos 50 é que foram desenvolvidas as tecnologias fotovoltaicas actuais (Filipe *et al.*, 2007).

De acordo com a Teoria da Energia Solar (2009), a radiação solar é convertida em energia eléctrica por intermédio dos semicondutores, que são configurados em células fotovoltaicas. Cada célula produz uma corrente contínua de intensidade relativamente fraca. Deste modo, procede-se à sua associação para obter um conjunto denominado de módulo fotovoltaico. Assim, quando a luz solar incide sobre eles, produz-se uma corrente de electrões obtendo-se energia eléctrica que pode ser utilizada. Os painéis fotovoltaicos emitem cerca de 20% menos CO₂ para a mesma quantidade de electricidade produzida, comparativamente a uma central térmica convencional (Teoria Energia Solar, 2009).

Beleza, *et al* (2007) refere que a radiação solar recebida por uma superfície será mais elevada se esta for perpendicular aos raios solares e, se possível, deve acompanhar o movimento do sol. Deste modo, o processo de conversão de energia solar em calor consiste em expor uma superfície à radiação solar de modo a este recurso ser absorvido. Parte da energia absorvida é transferida para um fluído, tal como a água ou ar, circula no interior dos tubos e esta parcela representa o ganho do colector. A restante energia é perdida por convecção e irradiação para o exterior através da cobertura e por condução e convecção das partes de baixo e laterais.

De acordo com Filipe *et al.* (2007) estes sistemas são simples, fiáveis e com pouca manutenção. A exposição, a orientação e a inclinação apropriada

face á radiação solar são tidos em conta aquando da instalação, com o objectivo de obter o máximo de energia solar. Em Portugal, o colector solar deve estar instalado virado a sul. Trindade *et al.* (2005) refere que um sistema para optimização de energia obtida por painéis solares deve funcionar de duas formas, orientando os painéis solares na direcção da maior radiação solar e extrair a maior potência disponível dos painéis, sendo que a energia produzida será utilizada para carregar baterias.

A utilização de colectores solares fotovoltaicos nas instalações desportivas que incorporam piscinas terá um factor contributivo na redução dos custos energéticos e na economia de energia que estão inevitavelmente associados a este tipo de instalação. Deste modo, devemos abordar esta perspectiva de uma forma incisiva com o intuito de se promover a instalação destes painéis na elaboração de novos projectos que incorporam as piscinas no sentido destes fornecerem energia eléctrica ao edifício.

3.4.1.2 Colectores Solares Térmicos

Os colectores solares térmicos, de acordo com DGE/IP-AQSpP (2003), podem ter duas aplicações nos espaços desportivos, tal como, o aquecimento de águas quentes sanitárias (AQS) e o aquecimento da água da piscina. Assim, a utilização destes colectores reduzem substancialmente a dependência das instituições nos consumos energéticos associados ao aquecimento das águas.

Beleza *et al.* (2007) refere que um colector solar envidraçado consiste numa placa que absorve calor, na qual incide a radiação solar, depois de atravessar uma ou mais coberturas transparentes de vidro temperado. A radiação absorvida é transferida para o fluido que circula no interior dos tubos de cobre ou alumínio que estão inseridos em placas de alumínio, aumentando assim a área de transferência de calor. Um sistema de colectores solares inclui, além do painel, permutadores de calor, bomba de circulação, depósito de acumulação, sistema de comando, manómetros de pressão, sondas de temperatura, entre outros (DGE/IP-AQSpP, 2003).

Assim, de acordo com DGE/IP-AQSpP (2003), o funcionamento do sistema baseia-se na comparação das temperaturas à saída dos colectores e

no ponto mais frio do depósito ou da piscina. O envio da água da piscina para o colectador é efectuado em derivação, sendo que obtém um dispositivo de controlo que impede a circulação em condições de temperatura inadequadas (Beleza *et al.*, 2007). Se a mesma instalação de colectores solares servir a produção de águas quentes sanitárias (AQS) e aquecimento da água da piscina será dada prioridade ao aquecimento da água da piscina. A partir do momento em que a água da piscina atinge o valor recomendado será abastecido o depósito de acumulação (DGE/IP-AQSpP, 2003). De referir que será necessário a instalação de um sistema de apoio para abastecimento de uma parte de energia térmica necessária nos meses de menor insolação, tal como: caldeiras ou termo-acumuladores. No entanto, deve ser dada prioridade à energia proveniente do sol, devendo o sistema de apoio ficar em série com o sistema solar (DGE/IP-AQSpP, 2003).

A instalação dos colectores deve satisfazer um conjunto de regras, tal como, a orientação a Sul, a inclinação próxima do valor da latitude, local livre de sombras e deve ser de fácil acesso para limpeza, vistoria e reparação (DGE/IP-AQSpP, 2003). Deste modo, os colectores solares se tiverem uma boa instalação e com manutenção regular podem ter uma durabilidade de cerca de 20 anos (Beleza *et al.*, 2007).

A área dos colectores solares necessária para aquecer a água de uma piscina é aproximadamente igual à área do plano de água (Beleza *et al.*, 2007).

De acordo com a DGE/IP-AQSpP (2003), o custo dos sistemas de colectores solares para a produção de águas quentes sanitárias varia entre os 300 a 700 €/m² de colectador solar instalado. Para um sistema de aquecimento de água quente da piscina o custo varia entre 100 a 300 €/m². Assim, verifica-se que este tipo de colectores tem custos reduzidos e podem ser utilizados e instalados com maior frequência nos espaços destinados a grandes consumos deste tipo de energia, como o caso das piscinas.

Assim, cada vez mais a energia solar torna-se numa solução economicamente viável e vantajosa para aplicação em espaços desportivos como as piscinas.

3.4.2 Energia Eólica

A energia eólica é a energia obtida através do vento. O vento tem a sua origem no desigual aquecimento da atmosfera pelo sol, associado às irregularidades da superfície terrestre e ao movimento de rotação da Terra. Assim, o regime dos ventos deve-se à forma do solo, dos planos de água e da cobertura vegetal. A energia eólica significa o processo pelo qual o vento é utilizado para produzir energia mecânica ou energia eléctrica (DGEG, 2009).

De acordo com Filipe, *et al.* (2007) podemos recordar a utilização tradicional das capacidades energéticas do vento na navegação à vela, que deve ser provavelmente a mais antiga utilização do vento como fonte de energia. Hoje em dia, uma das características da energia produzida pelo vento tem a ver com a sua capacidade infinita e com o facto de aumentar consoante a superfície exposta.

A energia eólica é uma das fontes de energia mais limpa e praticamente disponível em todos os lugares. A utilização desta fonte de energia para a geração de electricidade teve o seu início há cerca de 30 anos. A energia proveniente do vento converte-se através das turbinas eólicas em energia cinética e esta em energia mecânica. Esta energia mecânica pode ser utilizada em diferentes actividades, tal como: moer grão, bombear água, ou ainda alimentar um gerador que a transforma em energia eléctrica que pode ser injectada na rede eléctrica e distribuída (Schmidt, 1999).

A geração de energia eléctrica obtida a partir do vento tem actualmente a mais alta taxa de crescimento a nível mundial, comparativamente com outras fontes de energia. A capacidade mundial geradora deste tipo de energia centra-se fundamentalmente em cinco países (Alemanha, Estados Unidos América, Espanha, Dinamarca e Índia), que representam mais de três quartos da capacidade instalada. A União Europeia, no âmbito do protocolo de Quioto, acordou alcançar cerca de 40000 MW no ano de 2010 (Filipe, *et al.*, 2007). Com efeito, existem actualmente cerca de 40000 MW de potência instalada no sector das energias eólicas, representando cerca de 2,8% do consumo comunitário. Entre 1995 e 2005 a capacidade acumulada cresceu em cerca de 32% ano (Filipe, *et al.*, 2007).

Portugal tem grandes tradições no aproveitamento da energia proveniente do vento, desde a moagem de cereais à navegação à vela.

Verifica-se, de igual modo, que tem vindo a apostar nesta área, sendo um dos objectivos instalar até 2012 uma potência eólica de 5100 MW (Filipe *et al.*, 2007). No ranking europeu, Portugal situa-se na sétima posição em termos de capacidade acumulada, estando países como a Alemanha, Espanha, Dinamarca, Itália, Reino Unido e Holanda na vanguarda da utilização deste tipo de energia. No entanto, não sendo Portugal um dos países com mais vento da Europa tem condições mais favoráveis ao aproveitamento da energia eólica do que algumas zonas da Alemanha, país onde os projectos deste tipo de energia se implementam a um ritmo impressionante (Filipe, *et al.*, 2007).

As vantagens da utilização deste tipo de energia são inúmeras comparativamente com outros tipos de energias renováveis. A energia eólica é uma energia renovável e gratuita, sendo que o gasto de utilização de hoje será igual no futuro, ou seja, é uma fonte inesgotável, não emite gases poluentes, e é uma das fontes mais baratas de energia que pode competir em termos de rentabilidade com as fontes de energia tradicionais.

O aproveitamento deste tipo de energia permite aos países uma poupança correspondente a uma menor aquisição de direitos de emissão de dióxido de carbono para cumprimento dos compromissos resultantes da Directiva Europeia (2001/77) de emissões derivada do protocolo de Quioto, que impõe a participação na produção de electricidade correspondente a 39% até 2010 (DGEG, 2009).

Ainda, de acordo, com a Direcção-Geral de Energia e Geologia (2009), os aerogeradores recuperam a energia gasta em menos de seis meses com o seu fabrico, instalação e manutenção e não necessitam de abastecimento de combustível sendo que praticamente também não exigem manutenção. Em Portugal nos últimos anos verifica-se um aumento da implantação deste tipo de energia, representando actualmente cerca de 4% do consumo final de electricidade e é expectável que até 2010 represente 15% (DGEG, 2009).

Uma das desvantagens do aproveitamento deste tipo de energia deve-se ao facto de que em alguns locais o vento tem interrupções e não podemos armazenar a energia obtida a não ser em baterias o que torna o processo mais dispendioso. Contudo, a utilização da energia eólica é um importante recurso na obtenção de energia renovável para as piscinas e para a redução dos

custos associados à electricidade, podendo ser complementado com um sistema de apoio de electricidade.

3.4.3 Energia Biomassa

Segundo Filipe *et al.* (2007) a biomassa refere-se à quantidade produzida de matéria viva numa área terrestre e que se obtém a partir de recursos biológicos. Malico (2009), refere que definir biomassa no contexto energético, passa sobretudo pela obtenção dos materiais biológicos que provêm dos seres vivos e que posteriormente poderão ser convertidos em energia. De acordo com a DGEG (2009) a biomassa pode ser utilizada como fonte de energia. A energia da biomassa tem a sua principal fonte de energia na madeira, resíduos agrícolas e dejectos de animais (Filipe *et al.*, 2007).

Segundo Malico (2009) a origem da energia química contida na biomassa é sobretudo o Sol, sendo que através do processo da fotossíntese formam-se as moléculas orgânicas que compõem a biomassa. Deste modo, a fotossíntese é a combinação do CO₂ atmosférico com a água, H₂O, e a energia radiativa para produzir oxigénio, O₂, e ainda Carbohidratos, ou seja, CO₂ + H₂O + Radiação → O₂ + Carbohidratos (Malico, 2009).

A energia obtida através deste processo pode ser utilizada nas instalações desportivas que incorporam piscinas, utilizando combustíveis naturais e renováveis, contribuindo para a diminuição do consumo energético. A energia proveniente da biomassa tem vantagens porque é uma energia de baixo custo e permite o reaproveitamento dos resíduos e sobretudo porque é menos poluente. Assim, a queima da biomassa liberta dióxido de carbono para a atmosfera, contudo, como este composto tinha sido previamente absorvido pelas plantas que originaram combustível faz com que as emissões de CO₂ seja praticamente nulo (Malico, 2009).

A utilização de caldeiras a biomassa nas piscinas revela ser importante para a redução dos consumos energéticos nestes espaços desportivos. Deve existir um planeamento aquando da concepção destas infra-estruturas para a colocação deste tipo de componentes.

3.4.4 Energia Nuclear

A utilização da energia nuclear como fonte de energia alternativa é visto actualmente como um recurso ao qual as sociedades, de um modo geral, podem e devem recorrer.

Filipe *et al.* (2007) e Varandas (2009) referem que, actualmente, as sociedades devem procurar novas alternativas energéticas para uma maior sustentabilidade. Com efeito, torna-se necessário assegurar a produção de energia de um modo eficiente, barato e seguro. A produção desta energia deverá ser produzida em centrais hidroeléctricas ou térmicas sendo baseada em reacções nucleares (Varandas, 2009).

De acordo com Reis (2008b), a energia nuclear desenvolveu-se a partir da segunda guerra mundial, onde demonstrou todo o seu potencial. De acordo com os autores Reis (2008b) e Varandas (2009), existem grandes benefícios na utilização deste tipo de energia. Esta pode ser utilizada em diferentes situações tal como, medicina, indústria e ambiente, promovendo assim o desenvolvimento das sociedades (Reis, 2008b).

Varandas (2009) refere ainda que esta fonte de energia é forte, uma vez que, uma reacção nuclear liberta um milhão de vezes mais energia do que uma reacção associada à queima de combustível fóssil, é menos poluente, o combustível é abundante e reduz os preços de electricidade.

No entanto, esta energia obtida por fissão nuclear não reúne consensos, sendo que várias vozes são opostas ao desenvolvimento desta energia associando-a ao progresso das armas nucleares e, ainda, à hipotética pouca segurança dos reactores e ao lixo radioactivo (Varandas, 2009). Provavelmente, dentro de 30 a 40 anos, com o desenvolvimento de novos reactores nucleares por fusão, actualmente em investigação, os problemas atrás referidos poderão ser ultrapassados e eventualmente esta energia poderá ser utilizada de uma forma segura. Procura-se com o desenvolvimento destes novos reactores nucleares aumentar a segurança na utilização desta energia, abrandar o impacto ambiental, diminuir o lixo radioactivo e acima de tudo diminuir o preço do kWh (Varandas, 2009).

Não é tecnicamente admissível a instalação de um reactor nuclear numa piscina para a satisfação das suas necessidades energéticas. Contudo, a utilização desta energia em grande escala poderá ser economicamente

vantajosa, no sentido de originar energias mais limpas e com custos reduzidos. Todavia, pretende-se que este tipo de hipóteses energéticas possam ser aceites de uma forma inequívoca pelas populações para que a implementação das mesmas seja uma realidade.

3.4.5 Sistemas de co-geração

Um dos sistemas em que pode ser verificada a viabilidade nos espaços que incorporam piscinas com mais de 200 m² de plano de água é o sistema da co-geração (DL 79/2006, capítulo IX, artigo 27º).

Deste modo, e de uma forma simples, um sistema de co-geração é aquele que produz simultaneamente energia térmica e energia eléctrica usando apenas um combustível, como por exemplo o gás natural (Herbert, 2004). A energia eléctrica é obtida através de um alternador. O gás natural é a fonte energética mais utilizada nestes sistemas diminuindo consideravelmente as emissões de CO₂ (Herbert, 2004; Oliveira, 2008; EDP, 2010a). Estes sistemas são adequados para instalações com um consumo elevado de energia térmica, tal como as piscinas.

A turbina a gás, turbina a vapor e motor alternativo são os sistemas de co-geração mais utilizados, diferenciando-se apenas nos rendimentos eléctricos e térmicos (Portal-Energia, 2008). Oliveira (2008) refere que os principais sistemas disponíveis no mercado de micro geração, aqueles que produzem de forma combinada energia eléctrica e térmica, sobressaem-se: as micro turbinas, pilhas de combustíveis, motores *stirling*, motores de combustão interna ou ainda os sistemas híbridos (ex. micro turbina – pilha combustível). Todos os sistemas referenciados apresentam em comum um aproveitamento de cerca de 80% da energia útil primária, sendo esta uma referência nas medidas de eficiência energética (Portal-Energia, 2008).

A co-geração usa o calor excessivo produzido para uma ampla gama de aplicações de aquecimento, tal como, a geração de calor, ar condicionado, produção de água quente para utilização de banhos. Deste modo, este sistema é uma forma extremamente eficaz de produzir energia térmica e energia eléctrica a partir da mesma fonte energética. Assim, os principais benefícios da utilização do sistema de energia da co-geração são que o combustível é

utilizado de uma forma mais eficiente comparativamente aos métodos tradicionais, uma vez que economiza até 24% do custo total de energia (Herbert, 2004).

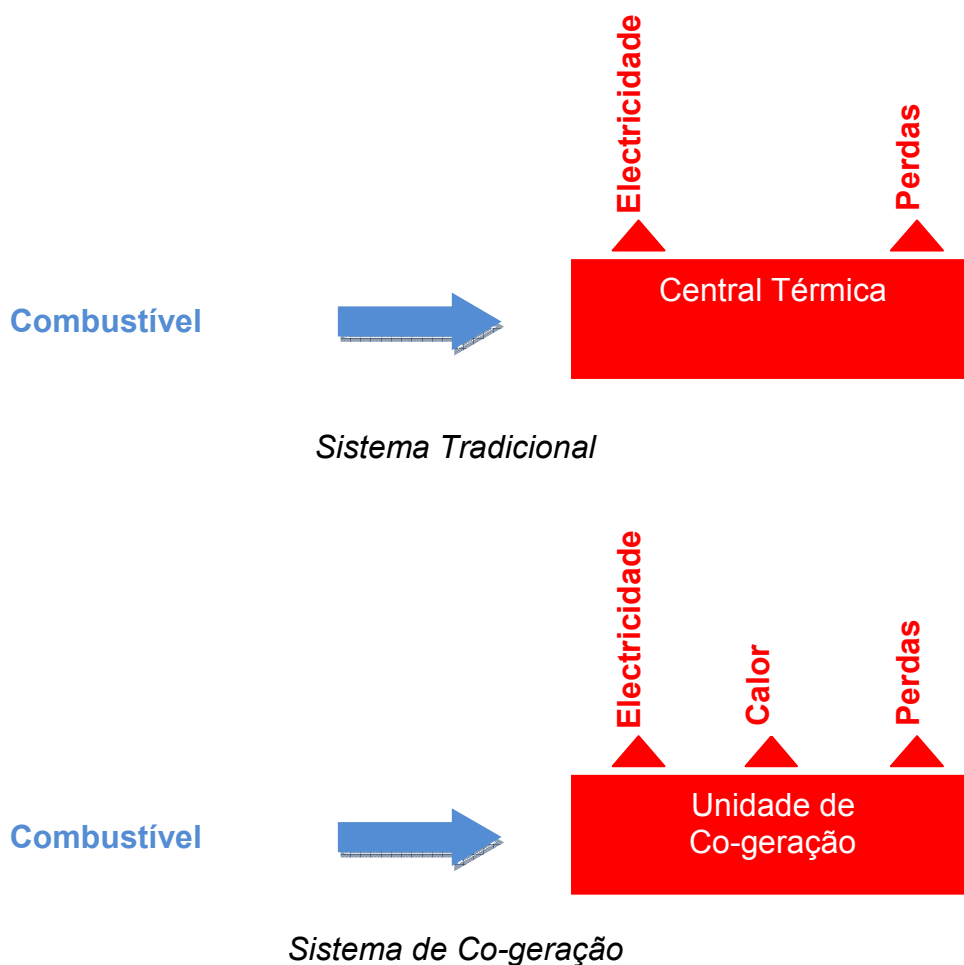


Figura n.º 2. Esquema da utilização da energia primária no sistema tradicional e co-geração (Adaptado de Herbert, 2004).

De acordo com Herbert (2004) as vantagens da co-geração são os reduzidos custos de energia eléctrica e térmica, uma maior eficiência energética e diminuição da emissão de poluentes, assim como reduzir custos na transmissão e distribuição da energia eléctrica.

Todavia, estes sistemas apenas podem ser utilizados perto do local onde é produzida a energia, sobretudo devido à dificuldade do transporte da energia térmica produzida, sendo este considerado um dos aspectos que limita a construção de grandes centrais (Oliveira, 2008; Eficência-Energética, 2010).

Assim, uma vez que o ideal é a produção de energia perto do local onde é produzida, verificamos que, de acordo com Oliveira (2008), anteriormente, em 1882, Thomas Edison pretendia incentivar a utilização da micro geração, sendo que o seu ideal era a construção de pequenas unidades de geração de energia perto dos locais onde era necessária. Deste modo, a micro geração está associada a sistemas que geram energia perto do local de consumo final (Oliveira, 2008). Assim, verifica-se que esta tecnologia possibilita a produção de electricidade com grande qualidade e eficiência. Tem ainda a possibilidade de aproveitar a energia térmica que é libertada aquando da produção de energia eléctrica, sendo um contributo importante no aproveitamento destes recursos energéticos (Oliveira, 2008).

Oliveira (2008) refere ainda num relatório efectuado sobre sistemas de micro geração, que em Portugal cerca de 20 instalações do sector dos serviços possuem sistemas instalados de micro geração, tal como Piscinas, Hospitais e Estações de Tratamento de Águas Residuais. Estas instalações utilizam a tecnologia de motor de combustão interna, sendo na maior parte delas a unidade TOTEM (Total Energy Module) desenvolvida pela Fiat em 1978. Estas unidades produzem entre 15 kW e 30 kW, assim como uma temperatura de água quente máxima de 85°C, tendo um rendimento total de 93%, e o rendimento eléctrico atingido é de cerca 30% (Oliveira, 2008).

Deste modo, o nosso país tem uma excelente capacidade de aplicabilidade dos sistemas de co-geração, tal como, instalações desportivas, centros comerciais, hotéis, hospitais, hipermercados, edifícios de grande e pequena indústria, bancos, entre outros (Oliveira, 2008).

Os consumidores de energia eléctrica e térmica podem instalar este sistema, assim como as instalações desportivas que incorporam piscinas. No entanto, a implementação deste sistema deve ser devidamente estudado para ser verificada a sua viabilidade económica e confrontar com o investimento que se pretende realizar.

3.5 Protocolo de Quioto

Em 1987 discutiu-se em *Kyoto*, no Japão, o Protocolo de Quioto, representando assim um passo no combate ao aquecimento global. Este protocolo declara objectivos na limitação e na redução dos gases com efeito de estufa (Reis, 2008a).

Em termos oficiais, entrou em vigor a 16 de Fevereiro de 2005, sendo um tratado internacional com compromissos rígidos para a redução da emissão dos GEE ficando ainda estabelecido um calendário em que os países desenvolvidos obrigam-se a reduzir a quantidade de gases poluentes em 5,2% até 2012, comparativamente aos níveis de 1990 (JPN, 2005).

A União Europeia concordou numa redução global de 8%, pretendendo baixar as emissões em mais de 1% ao ano (2012 a 2020). Portugal comprometeu-se a limitar o aumento das emissões de gases entre 2008 e 2012 em 27% comparativamente a 1990 (Vilão *et al.*, 2009).

De referir que os Estados Unidos da América não ratificaram o acordo, contudo, procuram efectuar investimentos com o intuito de melhorar a qualidade do ambiente. No entanto, os Estados Unidos estão entre os países que mais emitem CO₂, assim como, a China, Rússia, Japão, Índia, Alemanha, Canadá, Reino Unido, Coreia do Sul e Itália (Filipe *et al.*, 2007).

De acordo com Vilão *et al.* (2009), o Conselho da União Europeia, em Março de 2007, propôs ainda que até 2020 as emissões de Gases de Efeito de Estufa (GEE) deveriam ter uma redução de 20%, podendo atingir os 30%, caso fosse obtido um acordo internacional com outros países desenvolvidos. Deste modo, este protocolo veio sensibilizar os países e as populações na junção de esforços para a redução das emissões de GEE e promover bases para a utilização de fontes de energia alternativas (Filipe *et al.*, 2007).

3.6 Cimeira de Copenhaga

A cimeira de Copenhaga, realizada na Dinamarca no final de 2009, não revelou ser benéfica no traçado de novas metas para o combate ao aquecimento global. De acordo com o site informativo Euronews (2010) a China e os Estados Unidos emitem em conjunto cerca de 40% de GEE, sendo que a China é já considerado o país mundial mais poluidor, estando actualmente à frente dos Estados Unidos.

Verificou-se ainda que na Cimeira de Copenhaga países como a China, Estados Unidos e Índia não anteciparam objectivos para a redução dos GEE, recusando mesmo objectivos que os vinculassem a essa redução. Contudo, outros países da União Europeia e ainda o Japão anunciaram objectivos perfeitamente definidos para a Cimeira, antecipando uma redução de emissão de gases em 20% para os países europeus e 25% para o país japonês até 2020. A Euronews (2010) refere ainda que depois de 1990 (data de referência do Protocolo de Quioto) as emissões de gases aumentaram cerca de 41%.

Aguarda-se assim que os países procurem estabelecer metas mais precisas no combate à emissão de GEE e se sensibilizem para a utilização de energias mais limpas e alternativas, o que actualmente não acontece devido às fortes pressões económicas.

4. Eficiência Energética

De acordo com Paiva (2009), intensidade energética, traduz-se na relação entre o consumo de energia *per capita* e o produto interno bruto *per capita*. Assim, para conseguirmos uma intensidade energética com qualidade devemos reduzir todas as formas de utilização de energia que levam ao consumo desnecessário. Devemos procurar utilizar a energia de uma forma racional e contribuir para uma redução substancial nos custos energéticos. Neto (2009) refere que é necessário que as sociedades, de um modo geral, procurem esforçar-se para reduzirem os consumos energéticos, tal como, nas suas habitações, empresas, escolas, indústrias e transportes.

Deste modo, a eficiência energética, quando é relacionada com os edifícios e mais concretamente no caso das piscinas, tem uma relação directa com a utilização racional da energia.

De acordo com o sítio eficiência energética (2009), citando dados da Direcção Geral de Energia, no início da década de 2000, existiam em Portugal mais de 3,3 milhões de edifícios, que representavam cerca de 22% do consumo em energia final, sendo 13% atribuído ao sector residencial e 9% ao sector dos serviços. Na última década o sector dos edifícios de serviços foi um dos que mais cresceu em consumos energéticos (7,1%). Este sector é um dos principais responsáveis pelo acentuado crescimento do consumo em energia eléctrica, que entre os anos 1980 e 1999 aumentou de 19% para 31%.

No sector dos serviços existe uma grande diversidade no que diz respeito ao consumo energético. Todavia, os consumos variam desde a pequena loja, a um grande hotel, ou ainda para uma grande superfície comercial. Tendo em conta esta diferenciação, o sector deverá ser separado em diferentes tipos de edifícios, destacando os mais significativos em termos de consumos específicos como: restaurantes, hotéis, hipermercados, supermercados, piscinas, hospitais e escritórios. Ainda de acordo com o sítio eficiência energética (2009), citando dados da Direcção Geral de Energia, dentro deste sector, o tipo de edifício que apresenta um maior consumo energético são os restaurantes, com valores perto dos 800 kWh/m², sendo que

as piscinas têm valores perto dos 460 kWh/m² e os hipermercados seguem-se na lista com 320 kWh/m².

De seguida serão apresentadas algumas das áreas energéticas específicas de utilização de energia nas piscinas e que podem representar uma redução nos custos associados a estes edifícios e uma utilização mais racional da energia.

4.1 Motores Eléctricos

De acordo com Álvares *et al.* (2005) os motores eléctricos são utilizados em várias aplicações, sobretudo na movimentação de fluidos em bombas, compressores e ventiladores. Deste modo, representam uma carga importante na indústria e no sector terciário. Como a representatividade dos motores eléctricos é de elevada importância no consumo de electricidade verificado nas empresas e consequentemente no aumento dos custos de energia, desenvolveram-se motores designados como de “alto rendimento”, apresentando um rendimento e um factor de potência mais elevados que os motores tradicionais. Estes motores têm ganhos de eficiência entre 1% a 8%, de acordo com a potência do motor, o que se pode traduzir em importantes reduções do consumo eléctrico.

4.2 Variadores Electrónicos de Velocidade

Os variadores electrónicos de velocidade (VEV's) permitem responder a alterações nas condições de carga do motor através da variação da velocidade. Deste modo, ao efectuar uma regulação da velocidade nos motores, proporcionam uma melhoria nas condições de funcionamento dos processos, um menor desgaste dos componentes mecânicos, menores ruídos de funcionamento e sobretudo uma importante poupança de electricidade (Álvares *et al.*, 2005).

4.3 Sistemas de Ventilação

Ainda de acordo com Álvares *et al.* (2005), nos sistemas de ventilação podemos adoptar medidas importantes para uma eficiente redução nos custos de energia. Deste modo, a utilização de motores de alto rendimento com a potência apropriada contribui para a eficiência deste tipo de sistema. Outras medidas importantes são a optimização do período de funcionamento do sistema de ventilação, o controlo do caudal em função das necessidades, através de um VEV, sendo que num grande edifício, a renovação do ar pode ser feita em função de indicadores da qualidade do ar interior.

Estes sistemas devem estar fornecidos com condutas tubulares em vez de condutas com secções rectangulares, e nos sistemas de bombagem das condutas, as secções destas afectam a potência absorvida de forma crítica. Ao nível da transmissão uma das medidas de economia de energia será a mudança das correias trapezoidais (designadas de V-belts) para correias dentadas, planas ou ainda para accionamento directo. Com estas medidas podem ser conseguidas reduções na gama de 2% a 10% da potência absorvida, assim como a redução da manutenção e das paragens. Relativamente ao ventilador poderá conseguir-se uma diminuição energética na escolha de um ventilador de alto rendimento e efectuar uma manutenção frequente e cuidada de todo o sistema (Álvares *et al.*, 2005)

4.4 Sistemas de Bombagem

As medidas de economia energética que são possíveis de considerar passa sobretudo pela utilização de motores de alto rendimento e a utilização de VEV's com automatismos para regulação do caudal e pressão. Devem ser seleccionadas bombas de alto rendimento e efectuar uma substituição das bombas sobredimensionadas. As condutas devem ser dimensionadas de forma apropriada. A conservação, ao nível da manutenção, é importante uma vez que um motor com um rotor danificado por desgaste gera um baixo rendimento. Torna-se importante também a limpeza das condutas de forma a manter a secção recta e as paredes sem rugosidades (Álvares *et al.*, 2005).

4.5 Sistemas de Climatização

Álvares *et al.* (2005) referem que uma das primeiras medidas a ter em conta na conservação de energia em sistemas de climatização refere-se sobretudo à concepção do edifício da piscina ainda em planta. Aspectos relacionados com a orientação do edifício, a qualidade térmica envolvente ao edifício, a localização apropriada e o tipo de envidraçados e a inércia térmica, irão reflectir-se na disponibilidade térmica a fornecer ao edifício.

Deste modo, para uma eficiente utilização energética, devem ter em conta os seguintes parâmetros: orientar a localização das áreas dos maiores envidraçados referencialmente no quadrante sul; reduzir as trocas de calor pela zona envolvente do edifício, isolando sobretudo paredes e cobertura e utilizando vidro duplo; reduzir as infiltrações ou renovações mecânicas de ar aos mínimos necessários para assegurar a qualidade do ar interior; reduzir as absorções de calor das coberturas através de revestimentos apropriados, sendo que a aplicação destes revestimentos pode diminuir a temperatura da cobertura de um edifício; o correcto dimensionamento dos aparelhos de ar condicionado e escolher sempre aqueles com melhor eficiência energética (Álvares *et al.*, 2005).

4.6 Iluminação Natural

Relativamente à iluminação natural, sabemos que as janelas são os principais elementos de fornecimento, porque para além de permitirem a iluminação natural permitem o contacto visual com o exterior e a ventilação dos espaços interiores quando necessário. Deste modo, as janelas são os elementos mais vulneráveis da envolvente dos edifícios, sendo responsáveis por uma larga fatia de energia térmica trocada com o interior. Assim, o caixilho é um elemento fundamental para aumentar a eficiência energética e deve ter uma baixa condutividade térmica (Álvares *et al.*, 2005).

4.7 Sistemas de Iluminação Artificial

A iluminação tem um consumo total de cerca de 10% a 20% nos consumos de electricidade dos países industrializados. Deste modo, a

utilização de equipamento eficiente de iluminação para a racionalização de energia torna-se uma prioridade para a diminuição dos consumos energéticos. Através desta racionalização conseguem-se poupanças substanciais de energia eléctrica e qualidade de luz superior. Todavia, o uso eficiente de iluminação pretende que o projecto inicial do edifício integre optimamente a iluminação natural e o sistema de iluminação artificial. A instalação deste equipamento eficiente implica a utilização de lâmpadas de alto rendimento, balastros electrónicos, armaduras com reflexão elevada e equipamento de controlo. Por exemplo, o desenvolvimento dos balastros electrónicos melhorou substancialmente o rendimento luminoso das lâmpadas de descarga em cerca de 25% e facilita a aplicação do controlo de fluxo luminoso, sobretudo nas armaduras fluorescentes (Álvares *et al.*, 2005).

4.8 Recuperação de Energia Térmica (Ventilação)

Em ambientes, como é o caso dos edifícios que contenham piscinas, que implica temperaturas altas, é de primordial importância recuperar o calor uma vez que trará vantagens energéticas e ambientais. A recuperação do calor nos sistemas de ventilação desenvolve-se a partir da transferência de parte da energia calorífica do ar de exaustão para o ar que entra no edifício. Esta técnica poderá também ser utilizada no arrefecimento do ambiente através da energia calorífica do ar que entra nos edifícios para o ar de exaustão. Desta forma, reduz-se a carga de arrefecimento, a potência e o número de horas de funcionamento do sistema de climatização. Assim, existem quatro dispositivos no processo de recuperação de frio e calor, sendo o permutador de placas, de serpentinas, os permutadores rotativos e os tubulares (*“heat-pipes”*) os mais utilizados (Álvares *et al.*, 2005).

4.9 Isolamento Térmico

A utilização de materiais isolantes na construção de edifícios, torna-se essencial para corresponder aos altos padrões de qualidade impostos pelos utilizadores e às normas em vigor. Assim, a economia energética torna-se uma evidência, sendo o conforto térmico e acústico, juntamente com a qualidade do

ar, factores importantes para assegurar um ambiente melhor (Álvares *et al.*, 2005).

Deste modo, um telhado de cor claro pode diminuir a absorção da radiação solar, reduzindo a temperatura e a transmissão de calor para o interior da piscina.

4.10 Vidros e Janelas

Na concepção de edifícios com piscinas torna-se importante uma boa exposição solar. Todavia, sabemos que podemos otimizar a exposição solar nas piscinas para ganhos de calor no interior do edifício.

Deste modo, existem janelas que podem apresentar uma elevada resistência térmica pela combinação de vidros duplos. O calor mesmo em pequena quantidade proveniente do sol de Inverno transformará estes vidros e janelas em fornecedores de energia. Actualmente estão disponíveis novos tipos de envidraçados que podem adaptar-se às frequentes alterações das necessidades de luz, aquecimento ou arrefecimento dos edifícios podendo estes classificarem-se em duas categorias: envidraçados passivos (variam a transmissão de luz de acordo com as alterações na luz solar e as transmissões de calor de acordo com as alterações da temperatura ambiental) e envidraçados activos (usam um controlo eléctrico para alterar as propriedades de transmissão de luz) (Álvares *et al.*, 2005).

4.11 Sistemas de Gestão de Energia

Para obtermos uma racionalização óptima dos gastos de energia de um edifício torna-se importante implementar um sistema de gestão de energia. Este sistema permite monitorizar e controlar de forma automática os vários equipamentos energéticos, conseguindo deste modo uma utilização mais eficiente e racional da energia, proporcionando níveis, mais adequados de conforto. Actualmente, em Portugal ainda não é frequente a utilização de sistemas de gestão de energia, contudo estes sistemas não apresentam dificuldades de implementação (Álvares *et al.*, 2005).

A implementação de sistemas como os motores de alto rendimento, variadores electrónicos de velocidade (VEV's), ventilação eficiente, bombagem com automatismos de regulação, sistemas de climatização e iluminação bem orientados, recuperação de energia térmica, materiais isolantes e vidros e janelas adequados assim como a colocação de sistemas de gestão de energia em instalações desportivas com piscinas fomentariam a redução dos custos associados às instalações, obtendo-se uma maior eficiência energética, assim como um maior conforto para os utentes em geral.

Pretende-se actualmente que sistemas deste género sejam implementados nas instalações, originando benefícios substanciais na utilização energética e na redução das facturas nestes equipamentos associados à prática desportiva.

CAPÍTULO II

Metodologia

Metodologia

1. Objectivo

O presente estudo passou por um procedimento de investigação cuidadoso, de leitura de diversos artigos sobre o tema, da análise de informações recolhidas e pela constituição da amostra através da recolha dos dados.

Assim, este estudo tem como principal finalidade identificar os custos energéticos associados a uma piscina e a utilização de energias renováveis, no sentido de encontrar sistemas mais eficientes, e verificar a sua viabilidade económica.

O estudo basear-se-á na legislação actual, que regula as instalações desportivas com piscinas, sendo atribuída especial atenção aos seguintes aspectos:

- Descrição detalhada da piscina em estudo:
 - Enquadramento geral da piscina e a sua organização estrutural;
 - Analisar as instalações, equipamentos existentes, descrevendo pormenorizadamente a concepção estrutural da zona da nave, cais, tanques de natção, principal e de apoio, salas de apoio e material didáctico existente;
 - Descrever e efectuar a comparação com a documentação reguladora, das zonas de serviços anexos: átrio de entrada, sala de primeiros socorros, sala da coordenação, sala da secretaria, sala do vigilante e professores e ainda dos balneários;
 - Efectuar a análise da zona dos serviços técnicos, descrevendo a sala das caldeiras, sala de tratamento de água e climatização;
 - Analisar os critérios de lotação da piscina;
 - Analisar a qualidade e tratamento da água, descrevendo os sistemas: controlo e medição, sistema de desinfecção da água,

neutralização, caudais de recirculação, sistema de bombagem e filtração;

- Analisar os requisitos térmicos, de ventilação e iluminação, descrevendo: o sistema das caldeiras, o sistema de aquecimento do ar da nave, o sistema de aquecimento de água dos tanques, assim como a unidade de tratamento de ar e o aquecimento da água quente sanitária;
 - Descrever de uma forma detalhada os requisitos de iluminação e acústica: iluminação natural da piscina, iluminação sobre os cais, iluminação subaquática, assim como a iluminação da zona técnica e a acústica;
-
- Descrever a utilização de energia na piscina, assim como, as perdas caloríficas por renovação da água, perdas caloríficas por radiação da superfície da água, perdas caloríficas por evaporação da água, e as perdas ou ganhos de calor por convecção;
 - Determinar os consumos energéticos dos equipamentos da piscina para o aquecimento da água, aquecimento da água para banhos e consumo de gás na caldeira. Consumo de electricidade em iluminação, bombas circuladoras, unidade de desumidificação, radiação ultravioleta e em outros equipamentos;
 - Determinar os consumos de água de compensação da piscina, consumos para banhos de chuveiro e consumos de outros fins;
 - Solicitar e seleccionar propostas comerciais de empresas do sector das energias renováveis para o fornecimento dos equipamentos para estudo;
 - Analisar a viabilidade da aplicação dos sistemas de energias alternativas: bomba de calor, solar termodinâmico, caldeira a biomassa e solar térmico;

- Estudo financeiro do equipamento actualmente existente: caldeira a gás natural e dos sistemas seleccionados para o estudo: equipamento solar termodinâmico e o equipamento da bomba de calor, efectuando-se posteriormente a análise comparativa do VAL dos equipamentos;
- No final do estudo apresentar as principais conclusões obtidas e as sugestões para a realização de futuros estudos;

2. Caracterização da Amostra

A amostra do presente estudo caracteriza-se pela realização de um estudo de caso, sendo constituída por uma piscina interior, que está integrada nas instalações do Colégio Dom Diogo de Sousa, localizado na Cidade de Braga.

3. Recolha de Dados

Após a solicitação de autorização com os responsáveis do Colégio Dom Diogo de Sousa acerca do âmbito do trabalho e de esta ter sido aceite, iniciou-se a recolha dos dados da piscina.

Deste modo, todo o processo da recolha de dados, dos diferentes equipamentos da piscina, assim como, na consulta a empresas do sector das energias renováveis para fornecimento de propostas, ocorreu entre o dia 27 do mês de Outubro de 2009 e o dia 18 do mês de Maio de 2010.

CAPÍTULO III

Apresentação e discussão dos resultados

Apresentação e discussão dos resultados

1. Caracterização geral da piscina

A piscina do presente estudo localiza-se na zona norte do país, situando-se no interior das instalações de um estabelecimento de ensino privado.

Esta instalação faz parte do projecto pedagógico que o estabelecimento de ensino tem para os alunos e está totalmente destinado ao ensino/aprendizagem da modalidade de Natação para os cerca de 1700 alunos que frequentam o estabelecimento, admitindo crianças desde os 3 anos até ao ensino secundário.

Contempla a vertente de natação curricular na disciplina de Educação Física para todas as turmas do estabelecimento (Pré-Escolar, 1º Ciclo, 2º Ciclo, 3º Ciclo e Secundário) e vertente da natação extra-curricular com a Escola de Natação para bebés, crianças, adolescentes e adultos.

Foi construída dentro das instalações e inaugurada em Outubro de 2004, verificando-se ser uma piscina actual.

A piscina é coberta permanentemente e inclui as zonas da nave, balneários, zona técnica, sala anexa, sala de professores, sala do operador, recepção e gabinetes anexos ocupando cerca de 1380 m² de área coberta. É frequentada por cerca de 2850 alunos mensalmente (± 30 dias) e por uma média diária de 95 alunos.

As instalações iniciam as actividades semanalmente às 9h00m e terminam cerca das 20h30m e aos sábados iniciam pelas 9h00m e terminam às 13h00m.

São desenvolvidas actividades diárias como a Natação na vertente curricular e extracurricular, Natação Livre, Natação para Bebés e Hidroginástica.

2. Organização estrutural

O funcionamento do espaço desportivo está assegurado por um conjunto de pessoas que diariamente executam as tarefas que lhes estão distribuídas.

Deste modo, e de uma forma simples, a estrutura organizacional da piscina do estabelecimento de ensino é a seguinte:

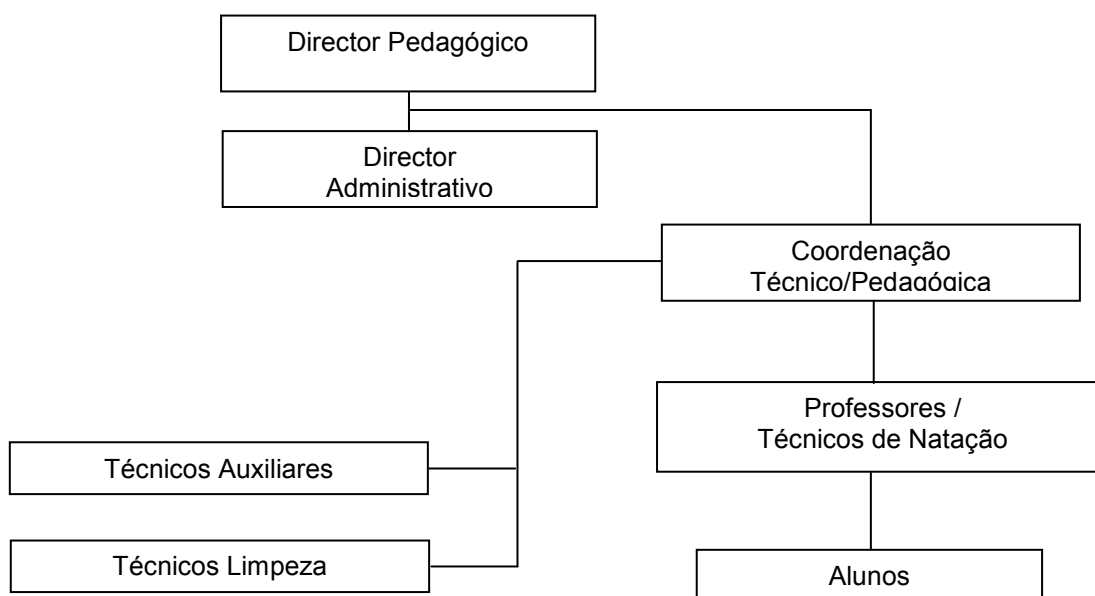


Figura n.º 3. Organograma simplificado do equipamento desportivo.

O organograma representado, na figura 3, demonstra uma hierarquização da estrutura simplificada.

À coordenação técnico/pedagógica compete o desenvolvimento e o funcionamento estrutural englobando um coordenador/professor que tem a responsabilidade de definir as linhas orientadoras do equipamento, assim como a organização das turmas, prestação de informações e esclarecimentos solicitados pelos pais e alunos, controlo das actividades, definição e organização de horários. O elemento responsável pela coordenação possui formação específica na área da Educação Física.

Os Professores/Técnicos de Nataçao são representados por 10 professores de Educação Física do estabelecimento de ensino e pela contratação de mais 2 técnicos que asseguram todas as actividades da

estrutura. Todos os elementos que compõem esta equipa têm formação específica na área da Educação Física.

Os técnicos auxiliares têm a responsabilidade da área técnica da piscina tais como: manutenção e limpeza dos equipamentos, aspiração da piscina, tratamento da água e controlo das condições de qualidade do ar e do espaço, registos diários, assim como asseguram a segurança e vigilância para o correcto funcionamento das actividades.

Os técnicos de limpeza asseguram a higiene das instalações na zona da nave, balneários e espaços anexos ao empreendimento. Esta área é composta por uma equipa subcontratada.

3. Instalações e equipamentos

3.1 Conceção estrutural do espaço

Nesta área do trabalho procederemos a uma análise das diferentes estruturas da piscina, mais especificamente na zona da nave, zona de serviços anexos e zona de serviços técnicos.

Deste modo, para nos orientarmos na apresentação das instalações e equipamentos da piscina do nosso estudo, teremos por base as directrizes definidas pelo CNQ 23/93 e pelo Decreto Regulamentar 5/97, de 31 de Março.

3.1.1 Zona da Nave

A zona da nave é constituída pelos tanques de natação e pela área do cais que se desenvolve ao longo dos tanques da natação. Deste modo, a zona de cais apresenta uma área total do pavimento (incluindo a área da piscina) de 775,25 m². Esta zona está dividida em dois espaços contíguos, sendo que um dos espaços engloba a piscina principal com um pé direito de 8 m e outro espaço que representa a piscina de apoio com um pé direito de 5 m. O volume médio é de 5040 m³.

3.1.2 Cais

O cais é representado por cerca de 413 m² de área total de pavimento circundante às piscinas. A área do pavimento é revestida com mosaicos antiderrapantes de cor creme, tendo ainda duas caleiras, sendo que, uma das caleiras tem como principal função o escoamento das águas de limpeza e uma segunda caleira, designada como finlandesa, que efectua o escoamento das águas dos tanques de natação para os tanques de compensação. Para o acesso dos balneários ao cais são disponibilizados 4 chuveiros com lava-pés

(tendo 1 para cada saída de balneário). Deste modo, verifica-se que esta parte da instalação está de acordo com o DR 5/97, capítulo II, secção I, subsecção I, artigo 13º.

Possui ainda 9 bancos de apoio para os alunos se sentarem, 3 mesas de apoio para os professores, 1 relógio, 6 colunas de som e 17 projectores de iluminação de 300 W cada e 2 bóias de salvamento.

Esta zona é revestida nas paredes até à altura da cobertura por mosaicos que têm figuras alusivas ao espaço, sendo as cores predominantes verde, creme e azul.

Na cobertura foi aplicada recentemente uma estrutura de isolamento térmico e possui ainda as condutas de recirculação de saída do ar, sendo que as temperaturas do ar da nave rondam os 30°C e a humidade relativa entre 65% a 75%.

A piscina manifesta uma boa exposição à iluminação natural com envidraçados do tipo duplo. Relativamente à área dos envidraçados apresenta, no referencial dos Pontos Cardeais, a Este 108,14 m² e a Oeste 40,14m². Tem ainda 22,8 m² de envidraçado duplo a Norte. A Sul e no tecto não apresenta envidraçado.

Verifica-se que a instalação está de acordo com o referido na directiva CNQ 23/93, capítulo 11, alínea 3, dispondo de iluminação natural na proporção mínima de 50% das áreas do plano de água.

3.1.3 Tanque de Natação Principal

O tanque de natação principal tem as dimensões de 25m de comprimento; 12,5m de largura e de profundidade de 1,6m a 2,0m, correspondendo a uma área de plano de água de 312,5 m² e um volume de água de 562,5 m³ e uma profundidade média de 1,8 m.

Possui quatro escadas de apoio para entrada e saída no tanque, revestimento a mosaico, cor predominante azul-claro e um rebordo circundante a azul-escuro, 6 pistas delimitadas na sua profundidade por mosaicos de cor

azul escura e por separadores de pistas e 6 blocos de partida. Bandeiras de apoio para a natação, caleiras finlandesas e 8 projectores de iluminação subaquática de 300 W de capacidade individual.

Mantém-se a temperatura da água a 30°C; o *pH* da água varia entre 7,4 a 7,6 e a desinfecção da água é efectuado através da adição contínua de hipoclorito de sódio e com o apoio de radiação ultravioleta.

3.1.4 Tanque de Natação de Apoio

Relativamente ao tanque de natação de apoio, este tem as dimensões de 10 m de comprimento por 4,8 m de largura e uma profundidade de 0,9 m a 1,0 m, o que corresponde a uma área de plano de água de 48 m² e um volume de água de 45,6 m³ com uma profundidade média de 0,95 m.

Tem duas escadas laterais interiores de apoio para entrada e saída no tanque e é revestido a mosaico de cor azul-claro e um rebordo circundante de cor azul-escuro. Possui ainda 2 projectores de iluminação subaquáticos de 300 W de capacidade individual. Uma vez que esta piscina está destinada a aulas para bebés e crianças a temperatura da água situa-se nos 31°C; como ocorre com o tanque principal, o *pH* da água é mantido entre 7,4 a 7,6. A desinfecção da água é efectuada através da adição contínua de hipoclorito de sódio e com o apoio de radiação ultravioleta.

3.1.5 Sala de Apoio à Nave

Adjacente à zona da nave existe uma sala de apoio com uma área total de 53,7 m² e um pé direito de 2 m tendo um volume de 107,4 m³.

Esta sala é revestida no chão por uma tela fina de cor azul e as paredes pintadas de cor branca, excepto uma das paredes que tem colocado espelhos numa área de 15,64 m². Possui ainda 2 lâmpadas de 58 W de capacidade individual, quadro eléctrico da piscina e quadro electrónico do registo de temperaturas e humidade da piscina. Esta sala tem como principal função a

arrumação do material didáctico para utilização nas actividades da piscina, assim como para eventualmente serem ministradas aulas de apoio de ballet.

3.1.6 Material didáctico

Na zona de cais existe ainda um espaço onde está colocado o material didáctico de apoio às actividades realizadas na piscina. Neste local existem cerca de 4 colchões de forma rectangular; 2 colchões de forma circular; 12 colchões pequenos de várias formas; 1 escorrega; 2 balizas pequenas de pólo aquático; 1 rede de voleibol; 20 arcos; 3 bolas insufláveis; 12 caixotes de arrumação de material; 19 placas pequenas; 2 bóias insufláveis; 2 bolas de pólo aquático; 1 bola de voleibol; 22 pares de braçadeiras; 20 pull-buoys pequenos e 29 *pull-buoys* grandes; 100 pares de barbatanas de vários tamanhos; 30 pares de halteres de Hidroginástica; 30 flutuadores; 38 cintos flutuadores; 49 placas grandes; 1 carrinho de transporte, 2 mangueiras de aspiração; 1 vara telescópica de aspiração e 1 rede de limpeza da piscina.

3.1.7 Zona de Serviços Anexos

3.1.7.1 Átrio de entrada

A instalação desportiva da piscina possui um átrio de entrada com a área de 13,7 m² e um pé direito de 3 metros. Este átrio faz a ligação entre as salas de apoio (sala primeiros socorros, sala da coordenação e sala da secretaria) e a piscina. Neste átrio localiza-se ainda um quadro de informações gerais, com afixação do regulamento geral (de acordo com o DR 5/97, capítulo III, secção IV, artigo 56º), análises à água (de acordo com o DR 5/97, capítulo III, secção I, artigo 36º), horários e informações gerais. O acesso a este átrio é efectuado através de uma porta com vidro duplo que dispõe de uma área de 4,7 m².

3.1.7.2 Sala de primeiros socorros

A sala de primeiros socorros tem uma área de 19 m² e um pé direito de 3 m. Está localizado junto ao átrio de entrada, tendo fácil acesso à zona exterior. Esta sala dispõe ainda de uma casa de banho com 1,3 m², 1 lavatório, 1 marquesa, armário de primeiros socorros, secretária e cadeiras, chão revestido a tela azul, paredes pintadas de cor creme, 2 lâmpadas de 58 W de capacidade individual e uma das paredes envidraçadas duplos com a área de 2,4 m². Assim, e de acordo com o DR 5/97, secção IV, subsecção I, artigo 25º, os serviços de socorro devem ter no mínimo 18 m² e devem estar localizados junto a um acesso exterior, verificando-se este facto e estando de acordo com o documento referido.

3.1.7.3 Sala da coordenação

A sala de coordenação situa-se entre a sala de primeiros socorros e a secretaria. Contém uma área de 12 m² e um pé direito de 3 m. Esta sala está destinada à coordenação da piscina, assim como para efectuar inscrições, receber pais e alunos. Inclui no seu interior armários, capas, painéis, 1 secretária e 3 cadeiras.

3.1.7.4 Sala da Secretaria

A secretaria é uma sala com a área de 12 m² e um pé direito de 3m. Está situada no final do corredor que faz a ligação entre o átrio e as salas de apoio. Esta sala dispõe de secretária para atendimento aos alunos, controlo de entradas, controlo de pagamentos, cadeiras, armários e chaves dos armários dos balneários.

Verifica-se que ambas as salas se enquadram com o DR 5/97, secção IV, subsecção II, artigo 27º, que referencia na alínea 1 que os recintos devem dispor de locais para controlo de entrada e saída dos alunos.

De referir ainda que o corredor que faz a ligação entre o átrio, as 3 salas e o corredor de acesso aos balneários, é revestido a mosaico creme nas paredes e no chão, tendo 21 m² e um pé direito de 3 m. Contém ainda uma parte de envidraçados duplos com 2,20 m² e 1 extintor. Este corredor faz também a ligação ao corredor que dá acesso aos balneários da piscina.

O corredor que dá acesso aos balneários da piscina dispõe de uma área de 69 m² e um pé direito de 3 m. Contém neste espaço 1 banco revestido a madeira lacada de cor azul, 8 secadores de 800 W de capacidade individual, 8 espelhos junto aos secadores, 4 lâmpadas de 58 W de capacidade individual, 1 mangueira de incêndio e 1 extintor. É revestido a mosaico de cor cinza nas paredes e no chão a granito e mosaico de cor creme. Este corredor faz a ligação aos balneários, ao pavilhão gimnodesportivo e ao corredor das salas, assim como para a zona de educação pré-escolar e do primeiro ciclo da instituição, efectuando-se por este local as entradas e saídas dos alunos para as suas actividades de natação.

3.1.7.5 Balneários Femininos

A instalação tem 2 balneários femininos, sendo que um dos balneários é designado como o principal e tem uma área com 44 m² e outro balneário, designado como balneário de apoio com a área de 34,6 m². Ambos os balneários têm um pé direito de 3 m.

O balneário principal tem 4 chuveiros, 2 casas de banho, 3 lavatórios, 20 armários individuais, 3 lâmpadas de 58 W, 3 bancos, 1 espelho, divisórias de tela lacada fina sendo revestido a mosaico de cor creme.

O balneário de apoio tem 4 chuveiros, 26 armários individuais, 3 lavatórios, 2 casas de banho, 1 espelho, 2 bancos, divisórias de tela lacada fina. Ambos os balneários dispõe de chuveiro lava-pés que dá acesso à piscina.

Contíguo ao balneário de apoio existe um corredor com 11,5 m² que faz a ligação à sala do vigilante e à sala dos professores.

3.1.7.6 Balneários Masculinos

De igual modo, a instalação dispõe de 2 balneários masculinos. O balneário principal dispõe de uma área de 53 m² e o balneário de apoio com uma área de 38 m², tendo ambos um pé direito de 3 m.

O balneário principal contém divisórias de tela fina lacada, 5 lâmpadas de 58 W, 27 cabides, 3 bancos, 44 armários individuais, 4 chuveiros, 2 casas de banho, 3 lavatórios.

O balneário de apoio dispõe de 31 cabides, 2 casas de banho, 2 urinóis, 3 chuveiros, 44 armários individuais, 4 lâmpadas de 58 W de capacidade individual, 3 lavatórios e 1 espelho. Ambos os balneários são revestidos a mosaico de cor creme na parede e no chão, possuindo ainda chuveiro lava-pés que dá acesso à piscina.

Assim, verificamos que, de acordo com o DR 5/97, secção IV, subsecção I, artigo 24º, a instalação dos balneários da piscina do estudo foram concebidos tendo em conta o presente regulamento uma vez que respeitam as normas do referido documento. Os balneários são distintos por sexos e cumprem os requisitos exigidos nas alíneas do DR 5/97, artigo 24º.

3.1.7.7 Sala do Vigilante

A sala do vigilante dispõe de uma área de 9 m² e situa-se em frente ao espaço da nave tendo um envidraçado duplo com vista para a zona da nave com a área de 2,2 m². Neste espaço inclui-se ainda 1 casa de banho com a área de 3 m², 1 secretária, 2 armários individuais, 1 armário que contém um rádio com a potência de 10 W, amplificador de 90 W, 1 lâmpada de 58 W, 1 espelho e 1 quadro com mapas de serviço. A sala do vigilante dispõe de 2

entradas de serviço sendo que uma das entradas dá acesso à piscina e a outra ao corredor de ligação com os restantes balneários.

3.1.7.8 Sala dos Professores

Esta sala está localizada ao lado da sala do vigilante e dispõe de uma área de 11 m², 1 janela de envidraçado duplo com vista para a nave de 2,8 m². Dispõe ainda de 1 casa de banho com área de 4,2 m² que incorpora 1 chuveiro individual e 1 lavatório. Tem ainda 2 secretárias e 3 cadeiras, 1 armário para colocação de capas e livros, 6 armários individuais e 2 lâmpadas de 58 W de capacidade individual. De referir que este balneário é misto, sendo que para as mudas de roupa os professores geralmente utilizam os anexos disponíveis.

Verifica-se que estes espaços estão de acordo com o definido na directiva CNQ 23/93 e no DR 5/97, secção IV, subsecção II, artigo 29º - apoio ao pessoal, estando localizado fora das zonas de acesso ao público e com os equipamentos e condições exigidos.

3.1.8 Zona de Serviços Técnicos

A zona de serviços técnicos está situada numa zona anexa e próxima da piscina e engloba os espaços para as instalações de tratamento de água, aquecimento e climatização (de acordo com o referido no DR 5/97, secção IV, subsecção II, artigo 28º - zonas técnicas e de armazenamento, n.º1). As unidades de filtração, bombagem, tratamento de água e outros equipamentos estão instalados nesta área e de igual modo de acordo com o no DR 5/97, artigo 28º, n.º 4.

3.1.8.1 Sala das caldeiras

Esta sala situa-se um piso abaixo da zona da nave e tem uma área de 20 m² com um pé direito de 7 m sendo o seu volume de 140 m³.

Esta sala dispõe de 2 caldeiras da marca “Ideal Baxi – Creatis 4 Easy” com a potência individual de 504 kW e um consumo de gás na sua potência máxima de 51,4 Nm³/h, sendo o consumo real de gás de 17,13 Nm³/h. Tem ainda um acumulador de água quente com a capacidade de 1500 L, assim como todas as bombas de recirculação de águas e respectivas tubagens. Esta sala faz ligação através das tubagens com a sala de tratamento de água e climatização.

3.1.8.2 Sala de tratamento de água e climatização

Nesta sala inclui-se toda a área de instalação de tratamento de águas da piscina principal e da piscina de apoio, assim como da climatização da nave e também dos corredores circundantes às piscinas. Este espaço tem uma área total de 380 m² e um pé direito médio de 3 m.

De acordo com o DR 5/97, capítulo III, secção I, artigo 32º, n.º 2, as unidades de filtros devem corresponder aos caudais de serviço da instalação, devem ser montados em paralelo e sempre em duas unidades, verificando-se este facto na piscina estudada. As tubagens (DR 5/97, artigo 32º, n.º 3) devem ser instaladas de modo a que a estrutura não deixe de funcionar, caso haja necessidade de reparação ou lavagens.

Assim, neste local inclui-se o sistema de filtração de águas da piscina principal com 2 filtros de 1800 mm de diâmetro, 3 bombas de circulação de água cujos motores eléctricos têm, cada, a potência de 4 kW, uma unidade de radiação ultravioleta de média pressão com uma lâmpada com a potência de 4 kW, bombas doseadoras de reagentes (soluções de hipoclorito de sódio, carbonato de sódio, sulfato de alumínio), permutador de calor da marca Bowman 3709-03 GM com a potência térmica de 325 kW, tubagem e outros acessórios. Possui ainda uma unidade desumidificadora que efectua a desumidificação, renovação e aquecimento do ar da nave.

Assim, e de acordo com o DR 5/97, capítulo III, secção I, artigo 34º, verificamos que a piscina apresenta-se, relativamente ao tratamento da água, de acordo com o que está legislado, sendo utilizado o hipoclorito de sódio.

4. Lotação

A directiva CNQ 23/93 define os critérios na lotação das piscinas, sendo que para as piscinas cobertas a lotação máxima instantânea seja de 1 banhista por cada 2 m² de plano de água e que a lotação máxima diária não deverá ser superior a 4 vezes a lotação máxima instantânea. A lotação de serviço define-se, segundo a directiva CNQ 23/93, capítulo 3, n.º 1.a, como o número médio de banhistas admissível por hora na instalação, que multiplicado pelo número de horas de funcionamento, não deve ser superior ao valor definido para a lotação máxima diária.

Deste modo, a lotação máxima instantânea da piscina do estudo será de $(312,5 + 48)/2 = 180$ banhistas, a lotação máxima diária de 720 banhistas ($4 \times 180 = 720$) e a lotação de serviço será de $(4 \times 180 / \text{n.º de horas de funcionamento}) = 60$ banhistas por hora. O número médio de horas de funcionamento da piscina do estudo é de 12 horas.

Quadro n.º 1. Lotação da piscina (CNQ 23/93).

<i>Designação</i>	<i>N.º Banhistas</i>
Lotação máxima diária	720 banhistas
Lotação máxima instantânea	180 banhistas
Lotação de serviço	60 banhistas

Verifica-se na piscina do nosso estudo que a frequência média diária é de 95 banhistas e a frequência média mensal de 2850 banhistas, não ultrapassando os valores definidos pela Directiva CNQ 23/93.

No entanto, e de acordo com a NP EN 15288-2:2009, no capítulo 6, alínea 6.1.1.2, é referido que tendo por base uma avaliação de risco e de acordo com a função da piscina e o tipo de utilizadores, o número máximo de utilizadores em simultâneo numa piscina deve ser determinado pelo operador da piscina, sendo que numa nota referente a este ponto é referido que a taxa de ocupação, para as piscinas de tipo 1 (de acordo com a norma), será no mínimo de 3 m² de água por 1 banhista.

5. Requisitos de qualidade e tratamento da água

5.1 Sistema de controlo e medição

O circuito de tratamento da água na piscina do estudo processa-se do seguinte modo: a água entra no tanque de natção através dos bicos injectores colocados no fundo da piscina, saindo depois pelas zonas laterais da piscina (exceptuando-se os topos) através das caleiras finlandesas e pela saída de fundo, entra no tanque de compensação onde cursará para ser tratada e aquecida e será novamente reposta no tanque de natção através dos bicos injectores.

As águas dos tanques da piscina são continuamente vigiadas pelo operador e pelos respectivos professores e apresentam uma transparência perfeitamente visível a partir de qualquer ponto do cais e observando-se nitidamente as linhas de marcação no fundo, de acordo com o DR 5/97, anexo II, quadro I, n.º 1.

Verifica-se, de acordo com a opinião generalizada dos banhistas, que a água dos tanques não é irritante para os olhos, pele e mucosas. O controlo efectuado por um laboratório externo através de uma recolha de água quinzenal demonstra que a água dos tanques se tem apresentado sanitariamente própria para a prática da natção. Este facto está de acordo com o DR 5/97, artigo 31, n.º2, que refere que as águas das actividades aquáticas devem ser próprias e estar em concordância com o anexo II do DR 5/97.

5.2 Neutralização

Relativamente à neutralização da água da piscina, verificamos que o intervalo se situa entre os valores de *pH* de 7,4 a 7,6, estando de acordo com os valores definidos no DR 5/97, anexo 2, quadro I.

Quando o *pH* se encontra com valores superiores a 7,6, usa-se ácido clorídrico para a sua correcção; quando se encontra com valores inferiores a 7,4, aplica-se carbonato de sódio.

No entanto a NP EN 15288-2:2009, capítulo 6, alínea 6.1.12a, refere que relativamente ao controlo da qualidade física, química e microbiológica da água da piscina os procedimentos devem incluir indicações que prescrevam a qualidade da água a obter, incluindo o *pH*, claridade, temperatura, nada mais acrescentando a este facto.

5.3 Sistema de desinfecção da água

O sistema de desinfecção da água é efectuado através da radiação ultravioleta sendo que a piscina principal dispõe de uma lâmpada de média pressão de 4 kW, sendo a orientação na horizontal, paralela ao sentido de deslocação da água. A piscina de apoio dispõe de 8 lâmpadas de baixa intensidade de 100 W de capacidade individual. Este sistema através da acção da radiação ultravioleta impede a multiplicação dos microrganismos e contribui para a foto-oxidação das cloraminas.

Todavia, este sistema é complementado através de um sistema de desinfecção na adição de hipoclorito de sódio. Segundo a directiva CNQ 23/93 a adição de produtos químicos não pode ser efectuado directamente na água dos tanques de natção. Deste modo, a piscina do nosso estudo apresenta um sistema de doseamento e controlo de adição dos produtos químicos através dos circuitos de tubagens e recirculação na linha de alimentação da água filtrada aos tanques.

O sistema de controlo dos doseadores e controladores instalados na casa das máquinas para o doseamento e controlo do *pH*, hipoclorito de sódio e floculante indicam um bom funcionamento, sendo diariamente inspeccionados pelo operador de serviço e semanalmente por um técnico especializado que efectua as devidas calibrações. Este sistema permite a inspecção contínua das características da água dos tanques, possibilitando a resposta rápida a

qualquer alteração significativa. As águas dos tanques são ainda directamente supervisionadas por método manual três vezes ao dia (manhã, tarde e noite) para verificação de alterações dos valores do *pH* e hipoclorito de sódio. O potencial redox da água da piscina varia entre os 620 mV a 690 mV.

De acordo com a NP EN 15288-2:2009, capítulo 6, alínea 6.1.6, relativo ao funcionamento dos sistemas da água é referido que os procedimentos do sistema de tratamento da água devem estar de acordo com as instruções de funcionamento fornecidas pelo fabricante do equipamento, tendo ainda de haver um registo diário de manutenção do equipamento. Assegura ainda a referida norma, NP EN 15288-2:2009, que durante a época de funcionamento deverá ser realizado um ensaio de coloração ao sistema de circulação da água de cada piscina, conforme o anexo A da NP EN 15288-2:2009.

5.4 Caudal de recirculação

De acordo com os dados fornecidos pelo DR 5/97, anexo III, o caudal de recirculação para a piscina coberta e de tratamento tipo I (Floculação + Filtração + Desinfecção) do nosso estudo é de 156,25 m³/h, tendo um período de renovação entre 3 h a 3,6 h. Assim, o caudal apresentado satisfaz as condições exigidas para o tanque.

5.5 Tanque de compensação

O tanque de compensação da piscina principal apresenta uma área total de 17,95 m² e um volume de água de 33,20 m³, estando próximo do tanque da piscina e situado nos espaços adjacentes. Os valores de referência indicados pelo DR 5/97, secção II, artigo 21º, n.º 5b, estabelecem como critério mínimo o valor de 0,08 m³ por cada 1 m² de plano de água perfazendo para a piscina do nosso estudo 25 m³. Deste modo, o tanque de apoio da piscina do nosso estudo apresenta uma área total de 5,32 m² e um volume de 9,84 m³, estando de igual modo de acordo com a legislação indicada anteriormente.

Assim e de acordo com a directiva CNQ 23/93, capítulo 9, n.º 5, a reposição diária de água de compensação deverá ser de 30 L/(dia.banhista) ou uma reposição diária de água nova na proporção de 2% do volume de cada tanque, de acordo com o DR 5/97, capítulo III, secção I, artigo 32º.

Uma vez que a piscina é frequentada diariamente por uma média de 95 banhistas, a reposição deverá ser de 2,85 m³/dia, o que se traduz, relativamente ao volume do tanque de natação, em 0,50%. Como o valor determinado é inferior a 2% do volume de água existente nos tanques, então o caudal a renovar deverá ser no mínimo de 11,25 m³/dia.

5.6 Sistema de Bombagem

O circuito de circulação da água da piscina do tanque principal dispõe de 3 bombas, em que 2 funcionam 24 horas por dia e uma bomba suplementar. A bomba suplementar garante o funcionamento da instalação no caso de avaria de uma das bombas, facilitando a gestão da unidade de bombagem, estando de acordo com o DR 5/97, secção II, artigo 21º, n.º 3 e 4.

A circulação da água da piscina principal é efectuada através de 2 bombas com a potência individual de 4 kW; a circulação da água da piscina de apoio é efectuada através de 1 bomba com a potência de 2,56 kW funcionando 24 horas diárias e tendo uma bomba de reserva com a mesma potência.

5.7 Sistema de filtração

De acordo com o DR 5/97, artigo 32º, artigo 33º e anexo III, n.º 4, o sistema de filtração deve conter 2 filtros colocados em paralelo, fechados e com funcionamento em pressão e leito filtrante em areia. Deste modo, a piscina principal do nosso estudo apresenta uma instalação deste tipo sendo que o diâmetro individual dos filtros é de 1800 mm e uma altura do leito filtrante de 1m. Dispõe ainda de mecanismos de controlo visual de pressão à entrada e saída.

A área total de filtração de acordo com os valores apresentados é de 5,1 m² correspondendo para o caudal de recirculação de 156,25 m³/h uma velocidade de filtração de 30,6 m³/h/m².

6. Requisitos térmicos e de ventilação

6.1 Caldeiras

A piscina tem uma instalação composta por 2 caldeiras que funcionam através de um circuito fechado de água e que efectua 4 circuitos independentes. Deste modo, as caldeiras do presente estudo fornecem calor ao permutador de calor para aquecimento da água da piscina principal, permutador de calor para aquecimento da água da piscina de apoio, bomba de calor do sistema de climatização do ar da nave e bomba de calor do tratamento de ar dos balneários.

As caldeiras funcionam a gás natural tendo a potência total de 504 kW, com um consumo de gás na sua potência máxima de 51,4m³/h. Todavia, através da medição efectuada (representada por uma amostra de várias horas) verificamos que o volume de gás médio medido situa-se nos 291,21 m³.

Relativamente ao processo do aquecimento verificamos que a água sai da caldeira à temperatura média de 70°C entrando de seguida num colector geral que a distribui pelos diferentes circuitos já referidos. A circulação efectua-se através de bombas que movimentam a água para os respectivos circuitos de transferência de calor (permutadores). O retorno geral da água dá-se a uma temperatura média de 60°C entrando novamente na caldeira para ser aquecida.

De acordo com a NP EN 15288-2:2009, capítulo 6, alínea 6.1.7, o sistema de aquecimento deve estar de acordo com as instruções de funcionamento previamente dadas pelo fornecedor do equipamento, sendo que caso as condições de funcionamento sejam alteradas será necessário a realização de uma inspecção.

6.2 Aquecimento do ar da nave

O ar da nave é tratado e renovado através de um desumidificador que efectua o tratamento, aquecimento e renovação do ar.

De acordo com o DR 5/97, secção II, artigo 21, n.º 1e, as piscinas devem ter sistemas de ventilação eficientes. Assim, o processo de desumidificação, ou seja, da diminuição da humidade do ar da piscina é efectuado do seguinte modo: o ar filtrado é introduzido no desumidificador com a ajuda de um ventilador, passando depois para o evaporador; no evaporador o vapor de água é condensado e recuperará o calor perdido; posteriormente, o ar deixa a unidade desumidificadora completamente seco e com um acréscimo de temperatura, voltando a entrar na nave.

As entradas do ar novo seco e quente estão localizadas junto ao cais da piscina de apoio e aos envidraçados localizados a Este, evitando assim as condensações nos envidraçados. As saídas do ar húmido, que irá ser desumidificado, estão localizadas num plano superior, permitindo assim a circulação do ar, controlando os níveis de humidade dentro da nave.

A temperatura de entrada do ar da nave é de 30 °C e a temperatura de saída de 29 °C com uma humidade relativa de 65%, de acordo com o painel informático de registo da instalação na piscina.

Estes valores estão de acordo com os valores de referência propostos pela directiva CNQ 23/93 que no capítulo 10 refere que a temperatura do ar ambiente deverá ser superior ou igual à da água dos tanques com a temperatura mais baixa e uma humidade relativa de 55% a 75%.

Segundo a EN 15288-1:2008, capítulo 5, alínea 5.5.7, numa nota, refere que a humidade relativa deve situar-se entre os 40% e 80%, de preferência menor que 60%, verificando-se neste ponto uma diferença relativamente ao valor encontrado na piscina do estudo.

6.3 Aquecimento de água dos tanques

O sistema de aquecimento da água dos tanques é efectuado através de um permutador de calor de circuito fechado derivado da água da caldeira.

Assim, o permutador utilizado na piscina principal é do tipo de placas da marca Bowman 3709-03 GM com uma potência de transferência térmica de 325 kW. O permutador utilizado na piscina de apoio é de igual modo do tipo de placas da marca Bowman 3705-03 EC12 e com uma potência de transferência térmica de 59 kW.

Relativamente às temperaturas dos tanques, verificadas no sistema de registo electrónico das piscinas, verifica-se que a água da piscina principal tem a temperatura de entrada de 30°C e a temperatura de saída de 29°C e da piscina de apoio a temperatura de entrada é de 31°C e a temperatura de saída é de 30°C, verificando-se estarem acima dos valores referência propostos pela directiva CNQ 23/93 que deverão ter a temperatura nos tanques desportivos em geral entre 24 °C a 26 °C e os tanques infantis de 28 °C a 30 °C.

6.4 Unidade de tratamento de ar (UTA)

O circuito de tratamento de ar novo dos balneários está situado junto a estes, sendo que a entrada de ar novo é efectuada através de um ventilador, onde depois é efectuada a mistura de ar proveniente do exterior com o ar de retorno sendo depois aquecido numa bateria de aquecimento e filtrado. As condutas de ar dos balneários e zonas anexas estão localizadas num plano superior tendo a forma circular.

As temperaturas referência pela directiva CNQ 23/93 apresentam valores nas zonas de serviços e anexos entre 22°C a 24°C verificando-se a temperatura de 25 °C nas zonas anexas, de acordo com o sistema digital instalado na piscina.

Relativamente aos requisitos térmicos e de ventilação, como verificamos nas alíneas anteriores, 6.1, 6.2, 6.3 e 6.4, reforçamos a ideia de que a NP EN 15288-2:2009, capítulo 6, alínea 6.1.7, refere que estes sistemas devem estar de acordo com as instruções de funcionamento dadas pelo fornecedor do equipamento. Caso as condições de funcionamento sejam alteradas será necessário a realização de uma inspecção.

6.5 Aquecimento da água quente sanitária

O aquecimento da água quente sanitária efectua-se através de um circuito independente que possui uma caldeira a gás natural com a potência de 32 kW e uma temperatura de saída da água a 70 °C, funcionando em conjunto com 5 colectores solares com 2 kW de capacidade individual, totalizando 10 kW.

O aquecimento é efectuado através de 2 acumuladores com a capacidade individual de 500 L onde é efectuado o depósito da água e realizada a transferência de calor através de serpentinas, colocando a água a 40 °C, transferindo o calor proveniente da caldeira e dos painéis solares enviando, posteriormente, para a água sanitária dos balneários da piscina.

Verifica-se que a piscina do estudo apresenta uma temperatura da água quente sanitária de 38 °C, tendo sido medido através de um termómetro digital da marca Termomister Digital, Hi 93503, “HANNA”. Para as águas de utilização sanitária a directiva CNQ 23/93, capítulo 10, alínea 2, faz referência a que as piscinas cobertas tenham a água entre a temperatura de 38°C a 40°C, satisfazendo este requisito a piscina estudada.

De referir que a directiva 2002/91 faz referência à instalação obrigatória de energias alternativas para aquecimento das águas sanitárias, sendo que a instalação da piscina do estudo contempla a instalação deste tipo de energia, através de colectores solares térmicos.

7. Requisitos de iluminação e acústica

7.1 Iluminação Natural

Como foi referido anteriormente e relativamente à iluminação natural diurna a piscina do estudo apresenta uma área de envidraçados que obtém bom aproveitamento da luz natural permitindo uma óptima capacidade de visibilidade e de segurança dos alunos.

A directiva CNQ 23/93 refere que a concepção arquitectónica da instalação deve garantir uma iluminação natural nas zonas de actividade ou de banho com superfícies de passagem de luz dimensionada na proporção mínima de 50% das áreas do plano de água, verificando-se este facto na nossa amostra.

7.2 Iluminação sobre o cais

Quanto à iluminação de serviço sobre o cais e as superfícies de plano de água verifica-se que a instalação possui 17 projectores com a capacidade individual de 300 W tendo um consumo médio diário de 2,5 h. De acordo com a EN 15288-1:2009, capítulo 5, alínea 5.5.5, e a directiva CNQ 23/93, capítulo 11, n.º1, a iluminação mínima sobre o cais não deve ser inferior a 200 lux. De acordo com os valores verifica-se que a iluminação sobre o cais é inferior aos valores recomendados.

7.3 Iluminação subaquática

Relativamente à iluminação subaquática a piscina principal apresenta 8 projectores de iluminação com a potência de 300 W de capacidade individual e a piscina de apoio engloba 2 projectores com a mesma potência. A iluminação subaquática em ambas as piscinas tem um consumo médio de horas diárias de 2,5 h.

Verifica-se que a instalação de iluminação subaquática, assim como a instalação e utilização eléctrica, salvaguardam a qualidade e a segurança dos utilizadores e dos operadores das piscinas, de acordo com a Directiva CNQ 23/93.

7.4 Iluminação da zona técnica

Quanto aos balneários e vestiários deverá ser assegurado um factor médio de luz diurna de 2% relativas as áreas construídas, segundo a directiva CNQ 23/93. A iluminação artificial da zona técnica dispõe de um número total de 28 lâmpadas de 58 W de capacidade individual com um consumo médio diário de 9 h, fornecendo assim a visibilidade necessária ao desenvolvimento das actividades neste espaço.

7.5 Acústica

Relativamente aos equipamentos de acústica verificamos a existência de uma aparelhagem sonora na zona da nave com a potência de 0,10 kW que permite disponibilizar aos alunos e frequentadores da piscina a audição de música e a realização de actividades mais dinâmicas como a hidroginástica.

Não se verificam perturbações acústicas resultantes do ruído exterior ou gerado pelo funcionamento das máquinas da instalação.

8. Utilização de energia em piscinas

Como temos vindo a verificar ao longo do presente trabalho, as piscinas, sobretudo as cobertas, são das estruturas desportivas com maiores custos energéticos, sendo importante, para uma gestão eficiente, reconhecer e identificar onde são realizados os consumos, desde a água, gás e electricidade.

De acordo com Zuo *et al.* (2006), as perdas caloríficas nas piscinas cobertas podem ser divididas em três partes; por evaporação, convecção e por renovação da água.

Deste modo, apresentamos de seguida os consumos energéticos que estão associados à instalação em estudo, tendo por base a revisão da literatura em Beleza, *et al.* (2007).

8.1 Perdas caloríficas por renovação da água

Para manter a qualidade das piscinas é relevante a renovação da água. No entanto, a água renovada deve ser aquecida para a temperatura ideal da água que está no interior do tanque da piscina. Neste processo teremos que necessariamente calcular os custos energéticos associados.

Tendo em conta os dados da piscina do nosso estudo apuramos que para o cálculo deste processo em que a potência, P_p , kW, necessária para aquecer a água de compensação é dada pela seguinte fórmula:

$$P_p = M_p \times 4,18 \times (\theta_p - \theta_o) \quad (1)$$

Assim, M_p representa o caudal mássico de água de compensação em kg/s, e θ_o a sua temperatura. A temperatura fixada para a água da piscina é

representado por θ_p . Consideraremos para o calor específico da água o valor de $C_{PL} = 4,18 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$.

Para o cálculo teremos de calcular o consumo diário mínimo de água de compensação que irá compensar as perdas por evaporação, lavagens dos filtros, banhistas e pela purgação que é efectuada para garantir uma renovação mínima da água da piscina.

O tanque da piscina é frequentado diariamente por uma média de 95 banhistas e admitindo que a reposição diária deve ser feita no mínimo absoluto de 2% do volume do tanque de natação ou na proporção de 30 L/(dia.banhista), de acordo com a Directiva CNQ 23/93, então o consumo diário mínimo de água de compensação, Q_P , será:

$$Q_P = 30 \times 95$$

$$Q_P = 2.850 \text{ L/dia}$$

$$Q_P = 2,85 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Relativamente ao volume do tanque aquele consumo representa:

$$\frac{2,85}{562,5} \times 100 = 0,5\% .$$

Como o valor determinado é inferior 2%, então o caudal a renovar deve ser, no mínimo:

$$Q_p = \frac{2 \times 562,5}{100} = 11,25 \text{ m}^3 / \text{dia}$$

Deste modo, sabemos que a massa volúmica da água corresponde a $\rho_L = 1000 \text{ kg/m}^3$.

Assim,

$$M_p = Q_p \times \rho_L$$

$$M_p = 11,25 \times 1000$$

$$M_p = 11\,250 \text{ kg/dia}$$

$$M_p = \frac{11250}{24 \times 3600} = 0,13 \text{ kg/s}$$

Substituindo os valores na equação (1) temos:

$$P_p = 0,13 \times 4,18 \times (30 - 18)$$

$$P_p = 6,52 \text{ kW}$$

Deste modo o consumo energético calculado nas perdas caloríficas por renovação da água na piscina do nosso estudo foi de 6,52 kW.

8.2 Perdas caloríficas por radiação da superfície da água

O fenómeno de radiação térmica acontece quando a transmissão de calor é efectuada entre dois corpos com diferentes temperaturas, mesmo que não haja meio físico entre eles. Assim, em duas superfícies como o plano de água da piscina, que transmite calor por radiação, e consequentemente, recebendo o calor transmitido pela superfície do tecto, dá-se esta forma de transmissão de calor nestes equipamentos.

Assim, a potência P_R (kW) necessária para compensar as perdas por radiação pode ser calculada pela seguinte equação:

$$P_R = S_p \sigma_m [(273+\theta_p)^4 - (273+\theta_t)^4] \times 10^{-3} \quad (2)$$

com,

$$\sigma_m = \sigma \left(\frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_p} + \frac{1}{\varepsilon_t} - 1} \right) = 4,93 \times 10^{-8} \text{ W / m}^2 \text{ K}^4 \quad (3)$$

sendo,

- ε_p e ε_t são os coeficientes de absorção das superfícies do plano de água da piscina e da superfície do tecto da nave, e que assumiremos terem ambos os valores 0,93;
- $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$, constante de Stefan-Boltzmann;
- θ_t = temperatura da superfície do tecto, °C;
- S_p = área do plano de água, m^2 .

Para o cálculo necessitamos ainda de determinar a temperatura da superfície do tecto (θ_t), admitindo que o fluxo de calor na camada de ar junto à superfície do tecto é igual ao fluxo de calor através da cobertura:

$$k_t(\theta_t - \theta_a) = h_i(\theta_n - \theta_t) \quad (4)$$

sendo,

- k_t = coeficiente de condução de calor através da cobertura, que admitimos ter o valor de $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
- θ_n = temperatura do ar da nave da piscina, que tem o valor de 30°C ;
- θ_a = temperatura da face exterior da cobertura, aproximadamente igual à temperatura do ar exterior, que admitimos ter 14°C (temperatura média anual da cidade);
- h_i = coeficiente de convecção na camada de ar da nave junto à superfície do tecto, que admitimos ter o valor de $4,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Assim, substituindo os valores na expressão (4) temos,

$$\theta_t = \frac{1 \times 14 + 4 \times 30}{1 + 4}$$

$$\theta_t = 26,8^\circ \text{C}$$

Deste modo, substituindo os valores obtidos na equação (2) obtemos,

$$P_R = 312,5 \times 4,93 \times 10^{-8} \times [(273+30)^4 - (273+26,8)^4] \times 10^{-3}$$

$$P_R = 5,4 \text{ kW}$$

Verifica-se que as perdas caloríficas por radiação da superfície da água correspondem a 5,4 kW.

8.3 Perdas caloríficas por evaporação da água

Para determinarmos a quantidade de água evaporada, E , kg/s, necessitamos de aplicar a seguinte equação:

$$E = (0,0070 + 0,0053.v).S_p.(Y_p - Y_n).F_A \quad (5)$$

sendo que:

- v = velocidade de ar junto do plano de água em m/s;
- Y_p e Y_n = humidades absolutas do ar saturado à temperatura da água do tanque e do ar da nave;
- F_A = factor que depende da frequência de banhistas e do tipo de piscina e que assumirá um valor de 1,06.

A quantidade de água evaporada correspondente à potência, P_E , é dada pela seguinte equação:

$$P_E = E.\lambda \quad (6)$$

sendo que λ corresponde ao calor latente de vaporização, kJ/kg, consideraremos o valor de 2433600 J/kg

Assim os dados da piscina do nosso estudo são os seguintes:

- $v = 0,1 \text{ m/s}$;
- $S_p = 312,5 \text{ m}^2$;

- $F_A = 1,06$;
- Temperatura da água da piscina = 30 °C;
- Temperatura ar da nave = 30 °C;
- Humidade relativa ar da nave = 65%;
- $Y_p = 0,0274$ kg/kg;
- $Y_n = 0,0175$ kg/kg;
- $\lambda = 2433600$ J/kg;

Sendo a psicrometria o estudo das misturas de ar e de vapor de água, recorreremos à carta psicrométrica, para a obtenção dos valores Y_n e Y_p .

Deste modo, substituindo os valores da equação (5), obtemos o resultado:

$$E = (0,0070 + 0,0053 \times 0,1) \times 312,5 \times (0,0274 - 0,0175) \times 1,06$$

$$E = 0,0246 \text{ Kg/s}$$

Substituindo os valores da equação (6) obtemos:

$$P_E = 0,0246 \times 2433600$$

$$P_E = 59866 \text{ W}$$

$$P_E = 59,9 \text{ kW}$$

Verifica-se que as perdas caloríficas por evaporação correspondem a cerca de 59,9 kW, representando uma parte importante nos consumos energéticos. Assim, e de acordo com Zuo *et al.* (2006), verifica-se que as perdas caloríficas por evaporação correspondem a uma grande percentagem de calor perdido nas piscinas.

8.4 Perdas ou ganhos de calor por convecção

Para calcularmos a potência equivalente às perdas ou ganhos de calor por convecção utilizaremos a seguinte formula:

$$P_c = S_p \cdot K_c (\theta_n - \theta_p) \quad (7)$$

Deste modo, P_c , refere-se à potência correspondente à troca de calor. O ar da nave cederá, se $\theta_n > \theta_p$, calor à água do tanque, ou ganhará no caso contrário.

Assim os dados da piscina do nosso estudo são os seguintes:

- $S_p = 312,5 \text{ m}^2$;
- K_c = coeficiente médio de transferência de calor, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, que assumiremos ter o valor de $6,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
- θ_n = temperatura do ar da nave, que tem o valor de 30°C ;
- θ_p = temperatura da água da piscina, que tem o valor de 30°C ;

Substituindo os valores na fórmula (7) obtemos,

$$P_c = 312,5 \times 6,0 \times (30-30)$$

$$P_c = 0 \text{ kW}$$

Uma vez que a temperatura do ar da nave e a temperatura da água da piscina têm o mesmo valor, 30°C , não se verificam perdas ou ganhos de calor por convecção.

8.5 Total de perdas e ganhos de calor na água do tanque

Para calcularmos o total de perdas e ganhos de calor na água do tanque, P_T , e desprezando as perdas através das paredes da bacia, utilizamos a seguinte formula:

$$P_T = P_p + P_R + P_E + P_c \quad (8)$$

$$P_T = 6,52 + 5,4 + 59,9 + 0$$

$$P_T = 71,82 \text{ kW}$$

Como podemos verificar através da análise do quadro n.º 2 o total de perdas e ganhos de calor na água do tanque do nosso estudo corresponde a 71,82 kW.

Quadro n.º 2. Resumo do total de perdas caloríficas.

<i>Processo</i>	<i>kW</i>	<i>%</i>
Renovação da água	6,52	9,08
Radiação	5,4	7,52
Evaporação	59,9	83,4
Convecção	0	0
Total	71,82	100

Deste modo, no presente estudo verifica-se um total de consumo de perdas por radiação em cerca de 7,52% e por renovação da água em cerca de 9,08%. As perdas por evaporação correspondem à maior fatia de perdas correspondendo a cerca de 83,4% do consumo total.

8.6 Aquecimento da água da piscina

Para o cálculo dos consumos energéticos para aquecer a água do tanque da piscina consideraremos que V_p , em m^3 , será a soma dos volumes de água da bacia e do tanque de compensação. Como a temperatura da água dos tanques deverá passar de θ_0 para θ_p durante o período T_1 , a potência do permutador para o aquecimento de toda a água da piscina, no arranque, deverá ser dado pela seguinte equação:

$$P_{PC} = 1,16 \times \left(\frac{V_p}{T_1} \right) \times (\theta_p - \theta_0) \quad (9)$$

onde,

- V_p = soma dos volumes de água da bacia e do tanque de compensação em m^3 , sendo no presente estudo de 595,7 m^3 ;

- T_1 = período de tempo de aquecimento, consideraremos 48 horas;
- θ_0 = temperatura água fresca de entrada, com o valor de 18°C;
- θ_p = temperatura água do tanque da piscina, com o valor de 30°C;

assim,

$$P_{PC} = 1,16 \times \left(\frac{595,7}{48} \right) \times (30 - 18)$$

$$P_{PC} = 172,75 \text{ kW}$$

Deste modo, a potência do permutador para aquecer toda a água da piscina, num período previsto de aquecimento de 48 horas, será de 172,75 kW.

8.7 Aquecimento da água para banhos (AQS)

Para o cálculo da potência, P_{AB} , necessária para aquecer a água dos banhos (AQS) de chuveiro utilizaremos a equação referenciada atrás em (1), com as devidas alterações.

Deste modo, o número médio de utilizadores mensais da piscina é de 2850 banhistas, representando uma média de 95 banhistas por dia e 10 banhos por hora, com um consumo de água, à temperatura de 38°C, de 30 L/banhista.

$$P_{AB} = \left(\frac{10 \times 30 \times 10^{-3} \times 10^8}{3600 \times 1} \right) \times 4,18 \times (38 - 18)$$

$$P_{AB} = 6,97 \text{ kW}$$

Assim, a potência necessária para aquecer a água dos banhos de chuveiro na piscina do nosso estudo traduz-se em 6,97 kW.

8.8 Consumo de gás na caldeira

Neste ponto calcularemos o consumo de gás na caldeira para a piscina do estudo. Torna-se necessário uma vez que a piscina não dispõe de um contador que registre apenas o consumo de gás para a piscina, integrando no sistema outros componentes (ex.: cozinha) na utilização do mesmo circuito de gás.

Para o cálculo do volume de gás, V_g , consumido nas caldeiras do estudo utilizaremos a seguinte expressão:

$$V_g = Q \times t \quad (11)$$

onde,

- Q = consumo horário de gás, em m^3 , tendo o valor de $17,13 m^3/h$;
- t = número de horas de funcionamento, h., consideraremos 17 horas;

assim,

$$V_g = 17,13 \times 17$$

$$V_g = 291,21 m^3$$

Assim, o consumo de gás na caldeira, em m^3 , para aquecimento dos circuitos da piscina do presente estudo corresponde a $291,21 m^3$ por dia.

Determinemos, então, a potência total, P_E , necessária para as caldeiras fornecerem calor aos 4 circuitos, tais como, os permutadores de calor para aquecimento da água da piscina principal, permutador de calor para aquecimento da água da piscina de apoio, bomba de calor do sistema de climatização do ar da nave e bomba de calor do tratamento de ar dos balneários.

$$P_E = V_g \times P_{ci} \quad (12)$$

onde,

- V_g = volume medido de gás na caldeira, m^3 , sendo o valor de 291,21 m^3 ;
- P_{ci} = poder calorífico inferior do gás natural, que tem o valor de 9054 kcal/ m^3 ;

substituindo os valores na equação (12), obtemos,

$$P_E = 291,21 \times 9054$$

$$P_E = 2636615 \text{ kcal}$$

$$P_E = 3.066,00 \text{ kWh}$$

Deste modo, a potência total necessária da caldeira, para fornecimento de calor à piscina (excepto AQS) é de 3.066,00 kWh, sendo o consumo mensal (± 30 dias) de gás natural de (3066 x 30) 91.980,00 kWh. Assim, considerando que actualmente o preço unitário do kWh de gás natural representa 0,0313€ e que o termo tarifário fixo tem um valor unitário de 3.665,00 € (3,665€ x 30), verificamos que o valor médio mensal de gás representa cerca de 2.980,00 €.

8.9 Consumo de electricidade

Neste ponto iremos calcular os consumos energéticos relativamente à electricidade na instalação desportiva (piscina), uma vez que o circuito também não é independente de outros.

Para o cálculo dos consumos de electricidade, E , iremos utilizar a equação:

$$E = (n \times P) \times t \tag{13}$$

onde,

- E = energia consumida total, kWh;

- n = número de dispositivos;
- P = potência dos dispositivos, kW;
- t = unidade de tempo, h.

assim,

8.9.1 Iluminação

Verificamos que a piscina dispõe de 10 projectores para iluminação subaquática com a potência individual de 300 W, sendo ligadas diariamente durante cerca de 2 horas e 30 minutos, o que origina um consumo total de 7,5 kWh.

A iluminação da área técnica, onde se incluem os balneários, representa o maior consumo de electricidade na iluminação com um total de 13,05 kWh.

De referir que a iluminação incluída na nave da piscina soma o total de 17 projectores, contudo, apenas 6 são ligadas diariamente durante cerca de 2h30, o que representa um consumo de 4,5 kWh.

O total de consumo de electricidade verificado na iluminação é de 26,41 kWh.

Quadro n.º 3. Consumo diário de electricidade na iluminação.

<i>Designação</i>	<i>n</i>	<i>P (kW)</i>	<i>t (h.)</i>	<i>E(kWh)</i>
Iluminação subaquática	10	0,30	2,5	7,5
Iluminação da Nave da Piscina	17	0,30	2,5	4,5
Iluminação da Área Técnica	25	0,58	9	13,05
Iluminação da Casa das Máquinas	17	0,40	2	1,36
Total				26,41

Nota: Na iluminação da nave da piscina os cálculos foram efectuados para 6 projectores.

8.9.2 Bombas circuladoras

Para a movimentação dos fluidos são utilizadas bombas tendo estas uma componente energética significativa ao nível do consumo de electricidade como se verifica através dos resultados obtidos no nosso estudo.

Assim, o consumo de electricidade, através das bombas, representa um consumo diário de 313,04 kWh.

Quadro n.º 4. Consumo diário de electricidade nas bombas.

<i>Designação</i>	<i>n</i>	<i>P (kW)</i>	<i>t (h.)</i>	<i>E(kWh)</i>
Bomba recirculação água piscina principal	2	4	24	192
Bomba recirculação água piscina apoio	1	2,56	24	61,4
Bomba UTA	1	0,185	24	4,44
Bomba permutador piscina principal	1	0,72	24	17,28
Bomba permutador piscina apoio	1	0,40	24	9,6
Bomba da desumidificadora	1	0,46	24	11,04
Bomba do depósito de inércia	1	0,72	24	17,28
Total				313,04

8.9.3 Unidade de Desumidificação

A piscina dispõe de um equipamento para tratamento e aquecimento do ar estando dimensionada para a piscina que possui uma potência eléctrica de 33 kW. Esta unidade está programada para funcionar sempre que a humidade estiver fora do “*set point*” >70% de humidade relativa, ou seja, funcionando apenas durante uma parte do dia ($\pm 60\%$). Deste modo esta unidade funciona em média 14 horas diárias, o que origina um consumo eléctrico de 462 kWh.

Quadro n.º 5. Consumo de electricidade diário na unidade de desumidificação

<i>Designação</i>	<i>n</i>	<i>P (kW)</i>	<i>t (h.)</i>	<i>E(kWh)</i>
Desumidificadora	1	33	14	462
Total				462

8.9.4 Ultravioletas

A radiação ultravioleta para o tratamento bacteriológico da água das piscinas representa, de igual modo, um consumo energético significativo.

Assim, uma lâmpada de 4 kW, ligada durante 24 horas, para o tratamento da água da piscina principal, representa um consumo diário de 96 kWh. O tratamento da água da piscina de apoio por intermédio deste processo representa um consumo de 19,2 kWh, sendo o consumo total de electricidade deste processo de 115,2 kWh.

Quadro n.º 6. Consumo de electricidade diário nas unidades ultravioletas.

<i>Designação</i>	<i>n</i>	<i>P (kW)</i>	<i>t (h.)</i>	<i>E(kWh)</i>
UV Piscina principal	1	4	24	96
UV Piscina apoio	8	0,10	24	19,2
Total				115,2

8.9.5 Outros equipamentos

Encontram-se outros dispositivos consumidores de energia eléctrica na piscina, tais como, secadores e rádio, representando um consumo total de 0,94 kWh. De referir que cada secador de 800 W tem diariamente uma média 7,5 minutos de actividade (para simplificar os cálculos utilizaremos 1 secador de 800 W com o período de funcionamento de 1 hora), sendo o total de consumo dos 8 secadores de 0,80 kWh.

Quadro n.º 7. Consumo de electricidade diário em outros equipamentos.

<i>Designação</i>	<i>n</i>	<i>P (kW)</i>	<i>t (h.)</i>	<i>E(kWh)</i>
Secadores	1	0,80	1	0,80
Rádio	1	0,01	5	0,05
Amplificador	1	0,09	5	0,45
Total				1,3

8.9.6 Total de Consumo em Electricidade

De referir que os cálculos efectuados anteriormente tornam-se relevantes uma vez que a instalação de electricidade da piscina está

enquadrada com outras componentes do estabelecimento de ensino (ex.: salas de aula, corredores, entre outros) não havendo deste modo separação dos valores de electricidade entre a piscina e os restantes componentes.

Quadro n.º 8. Resumo do total diário de consumo em electricidade.

<i>Designação</i>	<i>kWh</i>	<i>%</i>
Iluminação	26,41	2,9
Bombas circuladoras	313,04	34,2
Desumidificadora	462	50,3
Ultravioletas	115,2	12,5
Outros equipamentos	1,3	0,1
Total	917,95	100

Como verificamos no quadro n.º 8 o total de consumo na electricidade é de 917,95 kWh, sendo que a unidade desumidificadora representa cerca de 50,3% da energia eléctrica consumida e as bombas circuladoras correspondem a cerca de 34,2%.

Assim, o consumo mensal (± 30 dias) de electricidade traduz-se nos $(917,95 \times 30)$ 27538,5 kWh. Deste modo, considerando que actualmente o preço unitário do kWh representa 0,1264€ e que o preço unitário da potência contratada (164 kWh) é de 0,0397€ ($164 \text{ kWh} \times 0,0397 \times 30 \text{ dias}$), verificamos que o valor médio mensal de electricidade representa 3.675,00 €.

9. Consumos de água

O cálculo dos consumos de água na piscina torna-se, de igual modo, relevante uma vez que através de diferentes processos podem resultar num consumo significativo.

Segundo Beleza, *et al.* (2009), em “processos de reaproveitamento de água e energia em piscinas”, os consumos que estão relacionados com as águas das piscinas representam custos relevantes. Os autores referem ainda que a água libertada das piscinas pode ser efectuada através de três factores, tais como, água do tanque de natação atr v s da lavagem dos filtros; água dos banhos de chuveiro; água de uso geral.

Deste modo, para o cáculo dos consumos de água na piscina do estudo teremos por base a revisão da literatura.

9.1 Consumo de água de compensa o da piscina

De acordo com a directiva CNQ 23/93, capítulo 9, n.  5, a renova o diária deverá ser de 30 L/ (dia.banhista) ou uma reposi o diária de água nova na propor o de 2% do volume do tanque (DR 5/97, capítulo III, sec o I, artigo 32 ).

Assim, na piscina do presente estudo, com uma média de 95 banhistas/dia, a reposi o diária deverá ser de 2,85 m³/dia. No entanto, verifica-se que este valor   inferior a 2% do volume de água existente no tanque. Deste modo, a água a renovar deverá ser no mínimo de 11,25 m³/dia, o que corresponde a cerca de 292,5 m³ mensais (± 26 dias).

9.2 Consumo de água para banhos de chuveiro

De acordo com Beleza, *et al.* (2009) o aluno que frequenta a piscina toma em média 2 banhos de chuveiro, sendo que o primeiro   antes de entrar

no tanque de natação e que gastará entre 0,5 a 1 minuto e o segundo no final da actividade que gastará entre 3 a 4 minutos, originando assim um total entre 3,5 a 5 minutos de banho de chuveiro.

Considerando que, na piscina do nosso estudo, a média de cada aluno no banho de chuveiro corresponde a 4 minutos, com um caudal medido de 8L/minuto, corresponderá a um total de consumo de 0,032 m³/banhista. Assim, e uma vez que a média diária de banhistas na piscina são de 95, o consumo total diário de banhos de chuveiro corresponde a 3,04 m³/dia.

Deste modo, o consumo mensal (± 26 dias) de água para banhos de chuveiro corresponde a cerca de 79 m³.

Beleza *et al.* (2009) indica que a água dos chuveiros poderá ser recuperada na utilização da rega das instalações, restaurando assim de algum modo o consumo da água utilizada na instalação.

9.3 Consumo de água para outros fins

Beleza *et al.* (2009) refere que nas piscinas públicas utiliza-se água nas instalações sanitárias, na limpeza das instalações, bar, restaurante, entre outros, estimando-se que o consumo varie entre 15 e 30 L/dia/m² de plano de água. No presente estudo consideraremos um consumo de água para outros fins de 15 L/dia/m² para uma área de plano de água de 360,5 m² (total das áreas da piscina principal e piscina de apoio), uma vez que apenas é utilizada água para as instalações sanitárias e para a limpeza das instalações.

Assim, o total de consumo de água para outros fins, no presente estudo, será de 5,41 m³/dia, ou seja, um total mensal (± 26 dias) 141 m³.

9.4 Consumo total de água

Relativamente aos cálculos efectuados ao consumo total de água, refere-se que estes são relevantes, uma vez que, como podemos verificar através da análise do quadro nº 9, representam consumos significativos.

Deste modo, o total diário de consumos de água representa cerca de 19,7 m³/dia, originando assim um consumo mensal (± 26 dias) de 512 m³.

Quadro n.º 9. Resumo do consumo total diário de água.

<i>Designação</i>	<i>Consumo (m³/dia)</i>	<i>%</i>
Consumo diário mínimo de água de compensação da piscina	11,25	57,1
Consumo de água para banhos do chuveiro	3,04	15,4
Consumo de água para outros fins	5,41	27,5
Total	19,7	100

De referir que a piscina do presente estudo não tem custos mensais com a água utilizada para o funcionamento da instalação uma vez que esta é proveniente de uma rede própria de fornecimento.

Beleza *et al.* (2009) propõe a utilização de tecnologias adequadas para a reutilização da água rejeitada nas instalações com piscinas promovendo uma diminuição no consumo de água.

10. Propostas energéticas

Apresentaremos algumas das opções energéticas no que se refere à climatização da água das piscinas, assim como as escolhas efectuadas para a realização do presente estudo.

Para a climatização de piscinas, de acordo com o que está disponível no mercado, pode-se optar por diversas opções de conversão energética, como, por exemplo, caldeiras, colectores solares, bombas de calor, permutadores de calor e ainda por intermédio de resistências eléctricas.

Todavia, pretende-se neste estudo efectuar uma opção energética, através das energias renováveis, que seja eficiente e económica.

A realização do presente estudo levou-nos a contactar empresas disponíveis no mercado, na área das energias renováveis, para a recolha de propostas. Os contactos foram efectuados por via de carta, telefone e correio electrónico. De referir que enviamos diversos pedidos para fornecimento de propostas, contudo, apenas algumas empresas nos enviaram os orçamentos efectivos.

Das propostas recebidas, de algumas empresas, apresentamos de seguida um breve resumo.

10.1 Proposta para sistema de caldeira a biomassa combinado com sistema solar térmico.

Através dos contactos efectuados, uma das empresas propôs um projecto de fornecimento de material e instalação de uma caldeira a biomassa combinada com um sistema solar térmico (anexos IX e X).

Inicialmente esta empresa enviou uma proposta com dados que não correspondiam à realidade da piscina, tendo sido solicitado novo envio da proposta com dados mais concretos, a qual foi enviada posteriormente.

Assim, de acordo com a proposta recebida, propõe a instalação de uma caldeira a biomassa *Froling* modelo *ARIMAX 400* ou equivalente de 400 KW, com câmara refrigerada com água, com um tanque de armazenamento de biomassa de 1000 litros e a utilização de combustível *pellets* (os *pellets* designam-se normalmente como um tipo de madeira de alta densidade).

De acordo com a proposta recebida, a instalação desta caldeira a biomassa, pressupõe o investimento de 115.057,97€ (sem IVA), com um custo de manutenção anual previsto de 0,5%.

A montagem deste equipamento seria efectuada na zona técnica onde actualmente está instalado o sistema de caldeira a gás natural.

Como complemento da instalação da caldeira a biomassa, foi ainda enviado, pela mesma empresa, a instalação de um sistema solar térmico. Assim, para a climatização da piscina principal este sistema pressupõe a instalação de 145 colectores solares de modelo IS PRO 2H – IMMOSOLAR na parte superior do edifício da piscina, virados a sul, e com uma inclinação de 45 graus, com uma área total de 287,10 m². Para a climatização da piscina de apoio serão necessários cerca de 15 colectores solares do modelo referido anteriormente, com uma área total de 29,7 m². Pressupõe ainda a instalação de 12 colectores modelo IS PRO 2H – IMMOSOLAR para aquecimento das águas dos balneários com uma área total de 23,76 m².

O investimento deste sistema, de acordo com o orçamento apresentado, é de 156.448,33€ (sem IVA), com um custo de manutenção anual previsto de 1%. Deste modo, a instalação dos dois equipamentos totalizaria um investimento de 271.506,30€ (sem IVA).

De referir que a validação final deste orçamento prevê a visita técnica ao local dos respectivos técnicos da empresa.

Todavia, uma vez que existem diversos estudos efectuados através da climatização de piscinas por intermédio de colectores solares térmicos e de a combinação do sistema entre a caldeira a biomassa e solar térmico revelar um elevado custo de investimento, assim como a caldeira biomassa ter um menor poder calorífico comparativamente a outros sistemas mais eficientes, associado a dificuldades de armazenamento da biomassa, leva-nos a declinar o estudo deste sistema.

10.2 Proposta para instalação de um sistema solar térmico

Analisando outras propostas de empresas, associadas às energias renováveis, recebemos o projecto para a instalação de um sistema solar térmico para a climatização das piscinas (anexo XI).

Deste modo, esta empresa propõe no orçamento enviado a instalação de 50 unidades de colectores solares da marca Astersa, que têm a área individual de 2,4 m². Estes colectores solares, com os respectivos materiais de instalação e mão-de-obra associada, implicariam um investimento total de 47.372,68€ (sem IVA).

A instalação inerente a este sistema seria na parte superior da piscina, uma vez que é o local onde existe total exposição à luz solar durante o período diurno. A instalação dos colectores solares seria combinado com o sistema actualmente instalado da caldeira a gás natural.

Assim, de acordo com o que foi referido anteriormente, uma vez que existem diversos estudos referentes à instalação de colectores solares térmicos para a climatização de piscinas e, no sentido de, efectivamente outros sistemas se apresentarem em melhores condições de estudo, não optaremos pelo estudo desta proposta.

No entanto, optamos por basear o presente estudo em dois sistemas de climatização de piscinas que, á partida, nos parecem ser mais vantajosos ao que diz respeito à sua eficiência e economia.

As análises dos sistemas em estudo, as propostas recebidas através das empresas serão descritas e analisadas nos capítulos seguintes.

11. Sistemas em estudo

11.1 Energia solar termodinâmica

Para o presente estudo teremos em conta a aplicação de um sistema de última geração de energia solar na climatização da água da piscina. Este sistema é de alta eficiência energética, uma vez que se alicerça nos princípios da termodinâmica, baseando-se na refrigeração por compressão (Ciclo de Carnot).

A aplicação dos princípios da termodinâmica aos painéis solares, fará com que estes aumentem a eficiência e assim produzir água quente para o aquecimento da água da piscina. Além disso, garantem o fornecimento de calor mesmo na ausência de radiação solar.

Os painéis solares termodinâmicos diferem dos painéis solares tradicionais na captação de energia, uma vez que, no interior do painel solar termodinâmico circula um fluido que pode atingir a temperatura de -20°C . A circulação deste fluido, a baixas temperaturas, origina a que adquira uma maior captação da energia solar e, de igual modo, uma maior captação da energia do meio ambiente, tal como a chuva e o vento, ou mesmo durante o período nocturno. Ou seja, o painel solar é instalado no exterior do edifício e recebe energia através: da radiação do sol (directa e difusa), do efeito do vento, da água da chuva e por convecção natural. Este sistema permite o funcionamento conjunto com uma caldeira ou com outro tipo de fonte de calor.

Deste modo, a instalação de um sistema solar termodinâmico poderá permitir uma economia considerável de energia e uma importante redução no consumo energético. Estes painéis solares são de alta resistência e permitem uma utilização superior a 20 anos, contribuindo ainda para a redução das emissões de gases com efeitos de estufa.

11.2 Bomba de calor

Outro sistema eficiente na climatização de piscinas em análise no presente estudo é o sistema de bomba de calor, tecnicamente equivalente ao apresentado em 10.1.

As bombas de calor baseiam-se no princípio de Carnot, sendo delineadas para ceder calor à água da piscina e aumentar assim a sua temperatura. Todavia, para o seu funcionamento necessitam de obter energia de um determinado local e transportá-la para outro local. Para a realização deste processo, será necessária a existência de uma unidade no exterior e uma unidade interior, assim como, a respectiva tubagem para efectuar a ligação entre as duas unidades. Este sistema extrai o calor contido no ar ambiente e processa a sua transferência para a água, através de um conjunto de equipamentos como o evaporador, condensador, compressor e válvula de expansão.

As bombas de calor devem ser instaladas ao ar livre e num local adequado, não devendo ser instaladas em locais fechados e devem ser colocados em superfícies planas. Estes sistemas durante o seu funcionamento podem provocar condensação da água presente na humidade do ar, devendo ter um tubo de drenagem para o efeito e não devem ter qualquer tipo de obstrução quanto à entrada e saída de ar a 30 cm do evaporador e a 2 m da saída de ar.

Este sistema como extrai o calor através do ar, sendo que cerca de 80% da energia que é transferida à piscina vem do ar, é um sistema bastante eficiente e económico de aquecimento quando comparado com outros sistemas. O seu coeficiente de performance (COP) é por cada kWh de energia eléctrica consumida fornece entre 4 a 5 kWh de energia térmica.

12. Propostas de fornecimento dos sistemas em estudo

12.1 Sistema energia solar termodinâmica

De acordo com o orçamento apresentado por uma das empresas, que incorpora o sistema da energia solar termodinâmica, apresenta-nos este como sendo o mais indicado para a climatização (anexo VII). De acordo com as características da piscina, o aquecimento deverá ser sustentado pelo equipamento solar termodinâmico, modelo Ener 40, sendo constituído por 40 painéis solares termodinâmicos, com a área individual de cada bloco de 150 m², no total de 80 painéis, com a área total de 300 m².

A potência total necessária para a climatização da piscina do estudo, de acordo com orçamento apresentado, é de 120,96 kWh. Todavia, este sistema será apoiado pelo sistema actualmente instalado, caldeira a gás natural.

O sistema solar termodinâmico, modelo Ener 40, tem uma potência absorvida mínima de 7,63 kW e uma potência térmica máxima de 52,97 kW.

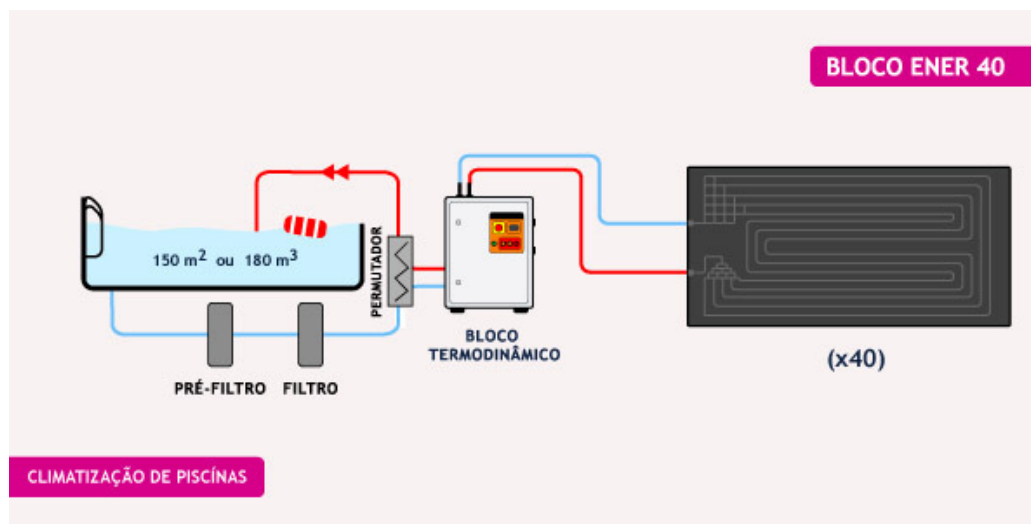


Figura n.º 4. Esquema de climatização de piscinas através do bloco Ener 40 (adaptado da empresa Energie).

A instalação deste equipamento será efectuada na cobertura da piscina, uma vez que apresenta uma excelente exposição solar durante o período diurno. Verificou-se a instalação da cobertura da piscina, através dos técnicos

que a colocaram, sendo viável a instalação deste equipamento neste local. Este sistema, de acordo com a visita do técnico responsável da empresa, será combinado com o sistema actualmente instalado de caldeiras, onde serão efectuados os necessários complementos de adaptação do sistema.

Assim, de acordo com a proposta recebida, a aquisição do sistema solar termodinâmico (2 blocos Ener 40) terão um investimento de 53.198,00€ (sem IVA). A este preço acresce ainda a instalação do equipamento no valor de 6.500,00€ (sem IVA). O custo de manutenção anual previsto será considerado em 1%, com um período de amortização de 12,5 anos, de acordo com o decreto-regulamentar 25/2009 de 14 de Setembro, para os equipamentos de energia térmica.

12.2 Sistema de bomba de calor

Analizando a proposta de fornecimento de outra empresa, o sistema através de bomba de calor (anexo VIII), caracteriza-se como o mais indicado para a climatização da piscina e pressupõe a instalação de duas bombas de calor, da marca “Optipac 30D Trifásica”, como sendo o mais indicado.

Estas bombas são caracterizadas pela alta fiabilidade e pelo baixo nível acústico (a 1 metro: 85 dB, a 3 metros: 57dB). São instaladas no exterior da piscina, junto à unidade de filtração e a uma distância mínima de 2m da piscina. É efectuada uma ligação hidráulica em PVC de diâmetro 50 por intermédio de um by-pass e necessita de um intervalo de 50 cm entre a parte posterior da bomba de calor e a parede. A ligação eléctrica deverá ser protegida por um disjuntor diferencial de 30 mA.

Estas bombas estão ainda equipadas com um condensador de água em titânio, o que permite aquecer águas de qualquer origem, tal como, água do mar, tratamento com cloro, bromo e ozono, e ainda com um compressor rotativo scroll de alto rendimento, sendo que os compressores rotativos scroll têm uma vantagem de cerca de 5% a 10% de rendimento acima do rendimento dos compressores rotativos a pistão. Possuem um interruptor de débito que

entra em funcionamento e pára automaticamente ao mesmo tempo que a filtração.

A bomba de calor “optipac” com supressão do gelo é um aparelho que permite o funcionamento em qualquer estação do ano, uma vez que o sistema de degelo por inversão de ciclo, permite o funcionamento com temperaturas exteriores muito baixas e por vezes negativas. Possui um termóstato com regulação digital e utiliza fluído frigorífico R407C. Possui ainda garantia anti-corrosão.

Assim, a bomba de calor “optipac”, com a temperatura do ar exterior a 15°C, tem uma potência de saída de 90 kW para uma potência de entrada de 28 kW. O caudal de ar é de 7500 m³/h e uma alimentação eléctrica de 400V/50 Hz. O caudal médio de água a aquecer é de 30m³/h com uma intensidade absorvida de 52,2 A. O peso deste equipamento ronda os 700 kg.



Figura n.º 5. Bomba de calor Optipac 30D (adaptado da empresa Gotazul).

Deste modo, de acordo com a proposta recebida, a aquisição deste equipamento prevê a aquisição de duas unidades do sistema de bomba de calor “Optipac 30D” com um custo de 50.816,00€ (sem IVA). A este valor acresce a instalação do equipamento no valor de 1.380,00€ (sem IVA). O custo de manutenção anual previsto será considerado em 1%, com um período de amortização de 12,5 anos, de acordo com o decreto-regulamentar 25/2009 de 14 de Setembro, para os equipamentos de aquecimento.

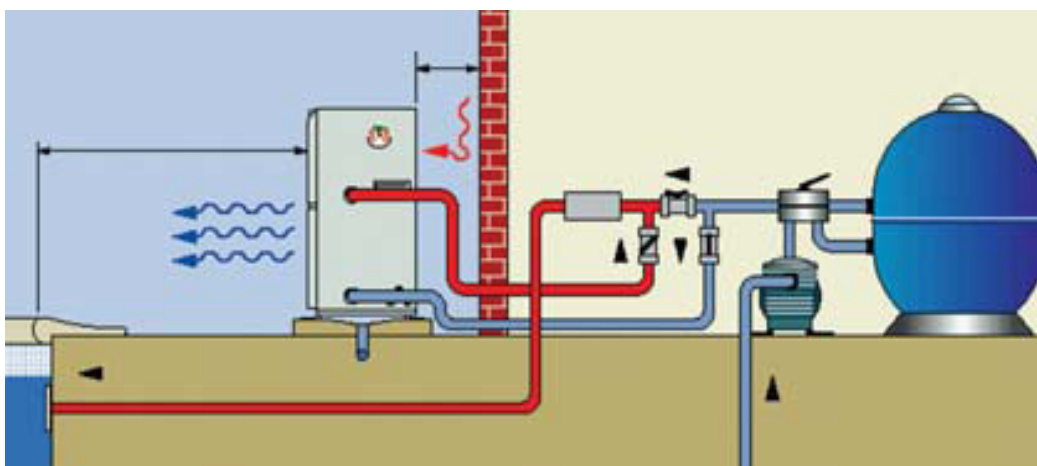


Figura n.º 6. Esquema de climatização de piscinas através do sistema da bomba de calor (adaptado da empresa Gotazul).

13. Análise financeira

13.1 Indicadores macroeconómicos

O presente estudo financeiro analisará de um modo objectivo o custo dos investimentos a efectuar no momento actual, comparando-o com o sistema que está instalado presentemente na instalação desportiva.

Para os cálculos do estudo financeiro utilizaremos a fórmula do Valor Actualizado Líquido (VAL), uma vez que este é um critério financeiro que avalia investimentos através da comparação entre os *cash-flows* gerados para um determinado projecto e o capital investido.

Todavia, o VAL será baseado na poupança existente entre o sistema a analisar face ao sistema de climatização actualmente instalado na piscina, ou seja, caldeira a gás natural.

Deste modo, utilizaremos os valores de consumo actual de energia para a climatização da piscina, através do gás natural, e os valores de poupança que será obtida com a instalação de outro sistema de climatização, tais como, os colectores solares termodinâmicos ou a bomba de calor.

Assim, a fórmula de cálculo que utilizaremos é a seguinte:

$$VAL = \sum_{t=1}^n \frac{CF_p}{(1+j_t)^t} - I \quad (14)$$

onde,

- CF_p = *Cash-flow* de exploração do período p ;
- j = taxa de actualização, que reproduz o custo de oportunidade do capital investido;
- n = vida útil do investimento;
- I = despesa do investimento inicial;

O *cash-flow* (CF_p), traduzido fluxo de caixa, representa o saldo entre as entradas e as saídas de capital de uma empresa durante um determinado período de tempo. Este termo indica-nos a capacidade de auto financiamento da empresa.

A taxa de actualização, j , representa uma taxa de rendimentos futuros ou uma taxa de capitalização que deve ser fixada.

O estudo macroeconómico possibilitará analisar na conjuntura actual o custo do investimento a realizar com a rentabilidade desejada, sendo que, a comparação dos sistemas está actualizado para valores/preços da actualidade.

Com efeito procederemos à análise dos indicadores macroeconómicos apresentados no anexo I.

Assim, verifica-se através da análise do anexo I que o gás natural, de acordo com a Economist Intelligence Unit (EIU, 2010a), apresenta uma estimativa da variação anual do preço até ao ano 2014. Uma vez que a incerteza dos mercados torna difícil a tarefa para efectuarmos um cálculo exacto da evolução do preço do gás natural durante os restantes anos, assume-se que nos restantes anos a percentagem mantém uma taxa de 0,821%.

Deste modo, para determinarmos o rendimento a recuperar aplicaremos a fórmula do custo médio ponderado de capital (WACC). O WACC, que equivale ao custo do capital, é calculado tendo por base o custo da estrutura financeira da empresa, ou seja, tendo em consideração o recurso à dívida e a capitais próprios.

Para efectuarmos o cálculo do custo médio ponderado do capital (WACC – *Weighted Average Cost of Capital*) utilizamos a seguinte equação:

$$WACC = \frac{K_e}{K_d + K_e} \cdot \alpha + \frac{K_d}{K_d + K_e} \cdot \delta \cdot (1 - t) \quad (15)$$

Onde:

K_e – Valor do capital próprio

K_d – Valor do capital alheio

α - taxa do capital próprio

δ - taxa do capital alheio

$(1-t)$ – benefício fiscal dos juros

t – taxa actual de IRC

Para a avaliação do custo do capital do projecto, tendo em conta o seu grau de complexidade, enunciaremos de uma forma sucinta os pressupostos baseados para o cálculo do mesmo.

Deste modo, obtivemos dados de referência da MTS Portugal, no *fixing* diário, para a taxa isenta de risco de 4,72%, assim como para o prémio de *small cap* de 2%. Efectuamos ainda os cálculos para o beta (β) alavancado e desalavancado do mercado e o beta (β) alavancado da empresa, baseando-nos em empresas comparáveis do mesmo ramo que a instituição de ensino onde está instalada a piscina.

A taxa de inflação para o nosso país foi baseada na EIU (2010a) que representa uma indicação real da mesma. A taxa de IRC baseou-se nos 26,5%.

O prémio de risco de mercado, que estabelece a diferença entre a taxa isenta de risco e o retorno médio menor, foi calculado, obtendo-se o valor de 5,40%.

Deste modo, após efectuarmos os devidos cálculos, através destes pressupostos económicos, obtivemos o valor do custo dos capitais próprios situando-se em 9,23% e o custo dos capitais alheios em 6,72%.

Os capitais próprios referem-se ao conjunto dos valores obtidos pela empresa durante a sua unidade produtiva. Os capitais alheios representam o conjunto dos valores de terceiros, ou seja, a empresa dispõe destes valores mas não lhe pertencem.

Assim, o valor do custo médio ponderado do capital do projecto (WACC) do nosso estudo é de 8,27%.

Como o custo de capital do projecto (WACC) poderá não ser o mesmo para os diferentes serviços da empresa, deve-se ter em conta o factor de

desconto. Assim, após o cálculo do custo do capital de projecto (WACC), obtivemos o valor do factor de desconto para o período do investimento.

13.2 Dados financeiros da caldeira a gás natural

Como verificamos anteriormente neste estudo, actualmente o sistema que está instalado na instalação desportiva para a climatização da piscina é através da caldeira que actua a gás natural.

Deste modo, este sistema fornece a totalidade da energia à instalação para os diferentes componentes de climatização, tal como, permutadores de calor para aquecimento da água das piscinas, bomba de calor do sistema de climatização do ar da nave e bomba de calor do tratamento de ar dos balneários.

Assim, após os cálculos efectuados anteriormente, para o consumo de gás natural na instalação, verifica-se que a energia necessária para alimentação dos diferentes sistemas corresponde a cerca de 91.980,00 kWh/ano, o que origina um consumo anual de 1.103.760,00 kWh.

Analisando o anexo II, verificamos que o custo por kWh de gás natural corresponde a 0,0313€ tendo a instalação em estudo um custo anual de gás natural em cerca de 35.048,00€ (incluindo a manutenção anual) tendo como referência o ano zero.

Deste modo, o Valor Actualizado Líquido (VAL) calculado para o sistema da caldeira representa cerca de 441.176,00 €.

13.3 Dados financeiros dos colectores solares termodinâmicos

Como podemos verificar na análise do anexo III, calculamos os consumos de energia para o aquecimento da piscina através do sistema solar termodinâmico.

Deste modo, verificamos que existe um investimento de 59.698,00€ neste sistema e uma amortização de 12,5 anos, de acordo com o Decreto-Regulamentar n.º25/2009 de 14 de Setembro, para equipamentos de energia térmica. A manutenção do equipamento assumimos a 1% do custo total do mesmo, tendo sido calculada os respectivos montantes no período.

De referir, antes de procedermos á análise dos dados registados no anexo III, que para o ano zero assume-se que o investimento é efectuado a meio do ano.

Relativamente aos consumos energéticos podemos verificar, na análise do anexo III, para uma potência máxima durante um período de 5 meses (Maio a Setembro) o sistema fornece cerca de 57.240,00 kWh, reduzindo assim consideravelmente a energia necessária proveniente da caldeira durante este período.

Contudo, uma vez que o sistema solar termodinâmico não fornece energia na sua potência máxima durante todos os meses do ano, efectuamos um cálculo para os meses de menor potência (Outubro a Abril). Assim, como podemos verificar no ano um, a energia média mensal de energia do sistema é de 47.223,00 kWh, sendo apenas necessário cerca de 44.757,00 kWh de energia proveniente da caldeira (potência média mensal). Deste modo, em percentagem o consumo de energia proveniente da caldeira representaria cerca de 48,7%.

Verifica-se assim que com a instalação deste sistema solar termodinâmico, apoiado pelo sistema da caldeira, reduziria o consumo de gás natural de 1.103.760,00 kWh para cerca de 537.084,00 kWh por ano. Este facto permitiria reduzir a factura de gás natural, a partir do ano um, para cerca de 16.137,00 € por ano (anexo IV).

Deste modo, verificamos que o resultado do VAL, na poupança energética para o sistema solar termodinâmico face à caldeira, representa 163.950,00€.

Relativamente ao *Pay-Back*, sendo o tempo decorrido entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se iguala ao valor desse investimento, neste sistema é de 3,65 anos e a taxa interna de retorno (TIR), que representa a taxa de interesse que resulta num VAL zero no final de um período, é de 39%.

Assim, após a análise verificamos que o sistema solar termodinâmico torna-se num investimento interessante e que o *Pay-Back* poderá ser recuperado no final de 3,65 anos, tornando-o assim rentável e diminuindo consideravelmente os consumos energéticos.

13.4 Dados financeiros da bomba de calor

Na análise do anexo IV, calculamos os consumos de energia para o aquecimento da piscina através do sistema da bomba de calor.

Assim, para a instalação deste sistema necessitaremos de efectuar um investimento de cerca de 52.196,00€, com um período de amortização de 12,5 anos, de acordo com o Decreto-Regulamentar n.º25/2009 de 14 de Setembro, para equipamentos de aquecimento.

A taxa de amortização no período, a partir do ano um, será de 8% e a poupança fiscal de 1.107,00€ por ano. Relativamente à manutenção assume-se o valor de 1% do investimento, representando cerca de 524€ por ano, a partir do ano um.

Assim para o cálculo dos consumos de energia para o aquecimento da piscina, verifica-se que a bomba de calor poderá fornecer cerca de 129.600,00 kWh/ano de energia térmica, uma vez que apresenta um COP elevado.

No entanto, como verificamos, na análise do anexo V, actualmente a instalação necessita de cerca de 91.980,00 kWh/ano para a climatização da piscina, o que representa cerca de 71% da potência máxima fornecida pela bomba de calor e um rácio de eficiência de 3,21%.

Uma vez que este sistema consome electricidade para o seu funcionamento e que o seu COP é elevado em que por cada kWh consumido fornece entre 4 a 5 kWh de energia térmica, verificamos que o consumo mensal de electricidade é de 28.616 kWh, obtendo assim um consumo anual de 343.392 kWh.

Deste modo, o custo por kWh de energia eléctrica situa-se nos 0,1264€, representando assim cerca de 41.664,00€ anuais.

Comparativamente com os sistemas analisados anteriormente, verificamos que o consumo de gás natural através do sistema da caldeira representa por ano 1.103.760,00 kWh e que o sistema da caldeira apoiado pelo sistema solar termodinâmico reduziria para cerca de 537.084,00 kWh por ano de consumo de gás natural. O sistema de bomba de calor, de acordo com a análise do anexo IV, teria um consumo anual de electricidade na ordem dos 343.392,00 kWh.

Assim, verificamos que o VAL deste sistema é de 596.803,00€ e que o VAL do sistema da bomba de calor comparativamente ao sistema actualmente instalado, caldeira a gás natural, é de -155.027,00€, sendo este um VAL negativo (anexo V).

O *Pay-Back* analisado é de 26 anos, representando que este sistema não é rentável e muito menos económico.

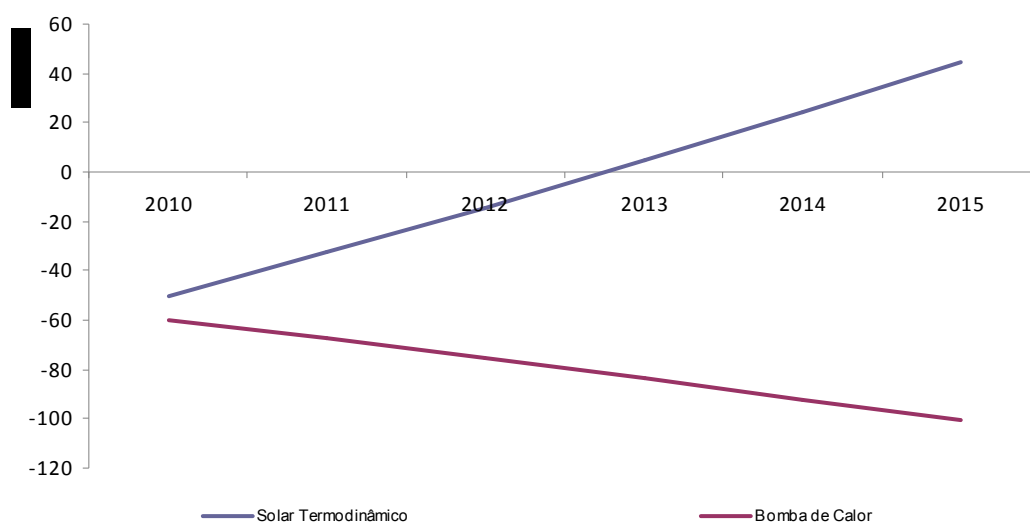
Assim, parece-nos que este sistema, quando analisado comparativamente com o sistema actualmente instalado da caldeira a gás natural para a climatização da piscina, não é rentável, não se justificando assim o investimento.

Apesar de demonstrar ser um sistema com um elevado COP, tendo uma eficiência três vezes superior ao sistema da caldeira, apresenta quatro vezes mais custo na energia eléctrica (0,1264€), comparativamente ao custo do gás natural (0,0313€).

Assim, na análise comparativa dos VAL dos sistemas, anexo V, verificamos que o VAL do sistema da caldeira é de 441.776,00€ e que o VAL do sistema solar termodinâmico é de 277.826,00€ representando uma poupança acumulada significativa no final dos 25 anos. Verifica-se ainda que o VAL do sistema da bomba de calor é de 596.803,00€ e ao longo do período dos 25 anos não é rentável, verificando-se uma acentuada diferença, gráfico n.º 1, quando comparado com o sistema solar termodinâmico.

Parece-nos, a título conclusivo, que o sistema da bomba de calor está sobredimensionado para a piscina em causa. Talvez a instalação de uma bomba de calor com menos potência pudesse tornar o investimento rentável, ou ainda a negociação do preço da bomba de calor através de um desconto ou a negociação do preço da unidade do kWh de energia eléctrica poderiam justificar o investimento.

Gráfico n.º 1. Comparativo entre o *Pay-Back* do sistema solar termodinâmico e a bomba de calor



CAPÍTULO IV

Conclusões e Sugestões

Conclusões e Sugestões para futuros estudos

Neste capítulo pretendemos apresentar resumidamente as principais conclusões obtidas através da investigação efectuada acerca do tema “Piscinas: consumos energéticos associados e a aplicação de energias renováveis: estudo de caso realizado em estabelecimento de ensino privado”, tendo por base a informação recolhida e descrita ao longo da dissertação, assim como, apresentar algumas das sugestões para a realização de futuros estudos.

Deste modo, através dos resultados obtidos, possibilita-nos estabelecer as seguintes conclusões:

- a. A utilização das energias renováveis impulsiona a oferta de energia de uma forma limpa e colabora na redução e controlo das emissões dos gases com efeito de estufa, contribuindo assim para um mundo mais saudável;
- b. A utilização de energias renováveis nas instalações desportivas, como as piscinas, tem um papel fundamental na contribuição para a diminuição do consumo de energia primária, sendo que estas instalações consomem grandes quantidades de energia.
- c. Os consumos energéticos associados a uma instalação desportiva que incorpora piscinas são consideráveis;
- d. Verifica-se que as instalações e os equipamentos da piscina em estudo encontram-se de acordo com as directrizes definidas pela legislação em vigor;
- e. Os critérios de lotação na piscina estão de acordo com os valores definidos pela legislação actual.

- f. Relativamente aos requisitos de qualidade e tratamento da água da piscina em estudo, assim como os requisitos térmicos e de ventilação, iluminação e acústica, verifica-se que estes se encontram de acordo com os valores definidos pela legislação actualmente em vigor.
- g. Quanto à utilização de energia, verifica-se que no total de consumo de perdas caloríficas, as perdas por evaporação correspondem a cerca de 83,4% do consumo total, as perdas por renovação da água a 9,08% e por radiação a 7,52%.
- h. A instalação tem um volume de gás natural consumido na caldeira, para aquecimento dos circuitos da piscina, em cerca de 3.066,00 kWh por dia e um valor médio mensal de gás natural em cerca de 2.980,00 €.
- i. Relativamente ao consumo total diário em electricidade, verifica-se que a unidade desumidificadora representa cerca de 50,3% da energia eléctrica consumida e as bombas circuladoras correspondem a cerca de 34,2%, sendo que a unidade de radiação ultravioleta representa um consumo na ordem dos 12,5%.
- j. Verifica-se ainda que o consumo médio mensal em electricidade traduz-se nos 27.538,50 kWh o que representa um custo mensal de cerca de 3.675,00€.
- k. A piscina do estudo não tem custos mensais com a água utilizada para o funcionamento da instalação, uma vez que esta é proveniente de uma rede própria de fornecimento, verificando-se aqui uma economia considerável nos custos associados ao consumo de água.

- l. O sistema solar termodinâmico, com um investimento de 59.696,00€, coloca-o numa posição interessante, uma vez que o capital investido poderá ser recuperado no final de 3,65 anos, tornando-o assim rentável e diminuindo consideravelmente os consumos energéticos.

- m. O sistema de climatização através da bomba de calor, comparativamente com o sistema actualmente instalado da caldeira a gás natural, não é rentável, não se justificando assim o investimento;

Sugestões para futuros estudos

Deste modo, a informação obtida e os resultados divulgados permitem-nos sugerir algumas questões para a elaboração de futuros estudos nesta área.

Assim, de acordo com o que foi dito anteriormente sugerimos:

A continuidade de estudos deste género, com outras realidades e contextos, no sentido de aferir uma ligação de diferentes resultados;

A realização de estudos com a possível aplicação de outros equipamentos de energias renováveis;

Analisar a possibilidade de recuperar as águas rejeitadas, que derivam para os efluentes, com o intuito de promover uma economia de águas.

Conceber uma instalação desportiva com equipamentos de tecnologias renováveis a todos os níveis, com o intuito de reduzir os seus custos.

Deste modo, na gestão de piscinas, importa referir que todos os custos são importantes, sendo a análise detalhada e ao pormenor dos custos importante para determinar o possível sucesso ou insucesso da instalação, tanto ao nível social como económico.

Bibliografia

ADENE (2010). *Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE)*. Consult. 8 Maio de 2010, disponível em <http://www.adene.pt/ADENE/Canais/PNAEE/Enquadramento.htm>

Álvares L., Azevedo, S., Tavares, J. (2005). *Manual de Boas Práticas Energéticas – ISR Dep. Engenharia Electrotécnica e de Computadores da Universidade de Coimbra*. Coimbra: BCSD Portugal.

Araújo, M. (2009). *Aplicação de energias renováveis em piscinas. Estudo de caso na Piscina Municipal do Maravedi*. Porto: Araújo, M.: Dissertação de mestrado apresentado à Universidade do Porto - Faculdade de Desporto.

Beleza, V. e Sarmento, J. (2000). *O Parque de Piscinas Olímpicas em Portugal. Uma Experiência na Piscina Municipal de Campanhã*. XII Congresso da Associação Nacional de Técnicos de Natação. Vila Real.

Beleza, V., Santos, R., Pinto, M. (2007). *Piscinas – Tratamento de Águas e Utilização de Energia*. Porto: Editora Politema.

Beleza, V., Santos, R., Pinto, M. (2009). *Processos de Reaproveitamento de Água e Energia em Piscinas*. Seminário Nacional de Gestão, Manutenção e Tratamento de Águas em Piscinas: 23, 24 de Abril de 2009. Mafra: CIMAI.

Borges, J. (2004). *Serviços Desportivos – Planeamento e Gestão de Serviços Aquáticos*. Lisboa: Editorial Caminho.

Cardoso, J. e Rodrigues, J. (2006). *Peter Drucker – O essencial sobre a vida e a obra do homem que inventou a gestão*. Lisboa: Centro Atlântico.

Circular Normativa n.º 14/DA de 21 de Agosto de 2009. *Programa de vigilância sanitária de piscinas*. Direcção-Geral da Saúde.

CNQ 23/93 (1993). *Directiva CNQ 23/93 - A Qualidade nas Piscinas de Uso Público*. Conselho Nacional da Qualidade. Lisboa.

Coelho, R. (2009). *A Gestão das Piscinas Públicas no Concelho de Matosinhos*. Porto: Coelho, R.: Dissertação de Mestrado apresentado à Universidade do Porto – Faculdade de Desporto.

Costa, J. e Melo, A. (1999). *Dicionário da Língua Portuguesa*. Porto: Porto Editora.

Daly, H., Farley, J. (2004). *Economia Ecológica - Princípios e Aplicações*. Lisboa: Instituto Piaget.

Decreto Regulamentar n.º 25/09 de 14 de Setembro, Diário da República, I Série, 178: 6270-6285.

Decreto Regulamentar n.º 5/97 de 31 de Março, Diário da República, I Série, A, 75: 1397-1422.

Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 Agosto, Diário da República, I Série, A, 176: 3676-3722.

Decreto-Lei n.º 317/97 de 25 Novembro, Diário da República, I Série, A, 273: 6356-6361.

Decreto-Lei n.º 65/97 de 31 de Março, Diário da República, I Série, A, 75: 1386-1391.

Decreto-Lei n.º 78/2006 de 4 de Abril, Diário da República, I Série, A, 67: 2411-2415.

Decreto-Lei n.º 79/2006 de 4 de Abril, Diário da República, I Série, A, 67: 2416-2468.

Decreto-Lei n.º 80/2006 de 4 de Abril, Diário da República, I Série, A, 67: 2468-2513.

DGE/IP-AQSpP (2003). *Colectores Solares para Aquecimento de Água - Pavilhões Desportivos e Piscinas*. Direcção Geral de Energia. Lisboa: Tipografia Peres.

DGEG (2009). Direcção-Geral de Energia e Geologia – *Energias Renováveis*. Consult. 31 Outubro 2009, disponível em <http://www.dgge.pt>.

Directiva Europeia 2001/77 de 27 de Setembro de 2001 relativa à *Promoção da Electricidade produzida a partir de fontes de energia renováveis no mercado interno da electricidade*, Jornal Oficial das Comunidades Europeias L 283/33-40.

Directiva Europeia 2002/91 de 16 de Dezembro de 2002 relativa ao *Desempenho energético dos edifícios*, Jornal Oficial das Comunidades Europeias L 1/65-71.

Domingos, J. (2009). *Por uma sociedade com menos CO₂*. Intervenção no Museu da Electricidade: 2 de Junho de 2008, Lisboa. In: Ribeiro, F. (coord.). *A Energia da Razão: por uma sociedade com menos CO₂*. Lisboa: Gradiva.

EDP (2010a). *CoGeração*. Consultado em 22 Fevereiro 2010, disponível em <http://www.edpsu.pt/pt/PRE/cogeracao/Pages/Cogeracao.aspx>

EDP (2010b). *Iniciativas nacionais*. Consultado em 7 Maio 2010, disponível em <http://www.eco.edp.pt/pt/particulares/conhecer/o-que-e-a-eficiencia-energetica/em-portugal/iniciativas-nacionais>

Eficiência Energética (2009). *Eficiência Energética em Edifícios*. Consult. 7 Novembro 2009, disponível em <http://www.eficiencia-energetica.com/html/eee/eee.htm>

EIU (2010a). *Economist Intelligence Unit – April Oil Outlook*. Consult. 3 Maio de 2010, disponível em http://viewswire.eiu.com/site_info.asp?info_name=eiu_Economist_Intelligence_Unit_Limited

EIU (2010b). *Economist Intelligence Unit – Country Forecast – April 2010*. Consult. 3 Maio de 2010, disponível em www.eiu.com

EN 15288-1:2009. *Swimming pools - Part 1: Safety requirements for design*. Brussels. CEN.

Euronews (2010). *Cimeira de Copenhaga: números de um insucesso anunciado*. Consult. 15 Fevereiro 2010, disponível em <http://pt.euronews.net/2009/11/17/cimeira-de-copenhaga-numeros-de-um-insucesso-anunciado/>

Ferreira, J., Neves, J., Caetano, A. (2001). *Manual de Psicossociologia das Organizações*. Lisboa: McGraw-Hill.

Filipe, J., Coelho, M., Ferreira, M. (2007). *O Drama dos Recursos Comuns – À Procura de Soluções para os Ecossistemas em Perigo*. Lisboa: Edições Sílabo.

Herbert, J. (2004). *Cogeneration*. Consult. 22 Fevereiro 2010, disponível em <http://www.kelcroft.com.hk/cogeneration.htm>

Hernandez, R. (1999). *Dirección, Gestión e Administración de las Organizaciones Deportivas*. 1º Ed.. Barcelona: Paidotribo.

Hong, S., Candelone, J., Patterson, C., Boutron, C. (1994). *Greenland Ice Evidence of Hemispheric Lead Pollution Two Millennia ago by Greek and Roman Civilizations*. Science, Vol. 265, N.º 5180, pp. 1841 – 1843.

JPN (2005). *Protocolo de Quioto: perguntas e respostas*. Jornalismo Porto Net. Consult. 7 Novembro 2009, disponível em

http://jpn.icicom.up.pt/2005/11/28/protocolo_de_quito_perguntas_e_respostas.html

Malico, I. (2009). *Energia da Biomassa*. Consult. 16 Dezembro 2009, disponível <http://www.alentejolitoral.pt/PortalAmbiente/EnergiasEAmbiente/Artigos/Paginas/Energiadabiomassa.aspx>

Marques, S. (2007). *Energias Fósseis versus Energias Renováveis: proposta de intervenção de Educação Ambiental no 1º Ciclo do Ensino Básico*. Braga: Marques, S.: Dissertação de Mestrado apresentado à Universidade do Minho – Instituto de Estudos da Criança.

Neto (2009). *Tendências de Evolução do Mercado Energético*. Intervenção no Museu da Electricidade: 2 de Junho de 2008, Lisboa. In: Ribeiro, F. (coord.). *A Energia da Razão: por uma sociedade com menos CO₂*. Lisboa: Gradiva.

Norma Portuguesa de Informação e Documentação - NP 405 (2003). *Referências Bibliográficas*. Caparica. Instituto Português da Qualidade.

Normas e Orientações para a Redacção e Apresentação de Dissertações (2006). Faculdade de Desporto da Universidade do Porto. Conselho Científico.

NP EN 15288-2:2009. *Piscinas - Parte 2: Requisitos de segurança para o funcionamento*. Caparica. Instituto Português da Qualidade.

Nunes, P (2006). *Conceito de Gestão e de Gestor*. Consult. 15 Novembro de 2009, disponível em http://www.notapositiva.com/trab_professores/textos_apoio/gestao/01conc_gestao.htm

Oliveira, F. (2008). *Relatório de resultados de contactos efectuados com entidades holandesas sobre microgeração baseada na tecnologia de “motores stirling”*. Algés: Adene – Agência para a Energia.

Oliveira, J. (2005). *Gestão Ambiental*. Lisboa: Lidel.

Paiva (2009). *Energias e Alterações Climáticas*. Intervenção no Museu da Electricidade: 2 de Junho de 2008, Lisboa. In: Ribeiro, F. (coord.). *A Energia da Razão: por uma sociedade com menos CO₂*. Lisboa: Gradiva.

Pinto, A. e Sarmiento, J. (2009). *Gestão de Instalações Desportivas*. Consult. 15 Novembro 2009, disponível em <http://forumolimpico.org/?q=node/304>

Pires, G. e Sarmiento J. (2001). *Conceito de Gestão do Desporto - Novos desafios, diferentes soluções*. Revista Portuguesa de Ciências do Desporto, vol.1, nº 1, 88-103, Julho-Dezembro 2001. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade do Porto.

Pires, P. (2002). *Gestão da Qualidade em Piscinas Públicas - Estudo realizado em sete piscinas públicas dos distritos de Aveiro e Porto*. Porto: Pires, P.: Dissertação de mestrado apresentado à Universidade do Porto - Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física.

Portal-Energia (2008). *Cogeração*. Consult. 23 Fevereiro 2010, disponível em <http://www.portal-energia.com/cogeracao/>

Reis, P. (2008a). *Protocolo de Quioto*. Consult. 7 Novembro 2009, disponível em <http://www.portal-energia.com/protocolo-de-quioto/>

Reis, P. (2008b). *Energia Nuclear*. Consult. 16 Fevereiro 2010, disponível em <http://www.portal-energia.com/energia-nuclear/>

Rodrigues, J. (2002). *Quando o management largou o bibe*. Consult. 15 Novembro de 2009, disponível em <http://www.janelanaweb.com/manageme/drucker5.html>

Sarmiento, J. (1997). *Gestão de Instalações Desportivas. A Interdependência como Factor de Gestão*. II Jornadas Internacionais Desporto e Autarquias. Póvoa de Varzim.

Sarmiento, J. (2005). *Qualidade na Gestão de Instalações Desportivas*. Seminário de Gestão de Desporto – Universidade da Madeira. Madeira.

Schmidt, L. (1999). *Portugal Ambiental – Casos e Causas*. Oeiras: Celta Editora.

Teoria Energia Solar (2009). Consult. 31 Outubro 2009, disponível em <http://www.portal-energia.com/teoria-energia-solar/>

Trindade, M., Martins, J., Afonso, J. (2005). *Sistema para Optimização da Extracção de Energia de Painéis Solares Fotovoltaicos*. ENER'05 – Conferência sobre Energias Renováveis e Ambiente em Portugal. 5-7 Maio de 2005. Figueira da Foz.

Varandas, C. (2009). *Contribuições da energia nuclear para uma sociedade sem CO₂*. Intervenção no Museu da Electricidade: 2 de Junho de 2008, Lisboa. In: Ribeiro, F. (coord.). *A Energia da Razão: por uma sociedade com menos CO₂*. Lisboa: Gradiva.

Vilão, C., Venâncio, C., Sousa, A., Liberal, P., Ribeiro, R., Venâncio, R. (2009). *Relatório do Estado do Ambiente 2008*. Amadora: Agência Portuguesa do Ambiente.

Zuo, Z., Hu, W., Meng, Q. (2006). *Annual Energy Consupction Analysis and Energy Optimization of a Solar-Assisted Heating Swimming Pool*. Renewable Energy Resources and a Greener Future, Vol. VIII-1-3.

Anexo I. Indicadores macroeconómicos

Ano	Preço do Gás Natural (US\$/mmBtu)	Variação Anual do Preço do Gás Natural (%)	Custo de Capital do Projecto (WACC) (%)	Factor de Desconto	Taxa Isenta de Risco (%)	Beta Alavançado Mercado	Beta Desalavançado Mercado	Divida a dividir por capitais próprios (%)	Taxa de IRC (%)	Premio de Small Cap (%)	Beta Alavançado da Empresa	Premio de Risco de Mercado (%)	Custo dos Capitais Próprios (%)	Custo dos Capitais Alheios (%)	E/(D+E) (%)	Inflação (%)
0	2010	7,98	0,00	1	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	0,00
1	2011	7,86	-4,01	0,92	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	0,40
2	2012	7,92	3,39	0,85	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	0,70
3	2013	8,53	7,70	0,79	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	1,20
4	2014	8,60	0,82	0,73	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	1,50
5	2015	8,60	0,82	0,67	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	1,70
6	2016	8,60	0,82	0,62	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	1,80
7	2017	8,60	0,82	0,57	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	2,00
8	2018	8,60	0,82	0,53	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	2,00
9	2019	8,60	0,82	0,49	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	2,00
10	2020	8,60	0,82	0,45	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	2,00
11	2021	8,60	0,82	0,42	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	2,00
12	2022	8,60	0,82	0,39	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	2,00
13	2023	8,60	0,82	0,36	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	2,00
14	2024	8,60	0,82	0,33	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	2,00
15	2025	8,60	0,82	0,30	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	2,00
16	2026	8,60	0,82	0,28	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	2,00
17	2027	8,60	0,82	0,26	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	2,00
18	2028	8,60	0,82	0,24	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	2,00
19	2029	8,60	0,82	0,22	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	2,00
20	2030	8,60	0,82	0,20	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	2,00
21	2031	8,60	0,82	0,19	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	2,00
22	2032	8,60	0,82	0,17	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	2,00
23	2033	8,60	0,82	0,16	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	2,00
24	2034	8,60	0,82	0,15	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	2,00
25	2035	8,60	0,82	0,14	4,72	0,46	0,38	28,95	26,5	2,00	0,47	5,40	9,23	6,72	77,55	2,00

Anexo II. Dados económicos do sistema actualmente instalado, caldeira a gás natural.

	Ano	Consumo Mensal de Gás Natural (kWh)	Meses em Laboração/ano	Consumo Energético Total Anual (kWh)	Custo por kWh Gás Natural (€)	Custo Total de Gás Natural Anual (€)	Manutenção Anual (€)	Custo Total de Gás e Manutenção (€)	Valor Actualizado Líquido (VAL) (€)
0	2010	91.980	12	1.103.760	0,0313	34.548	500	35.048	441.176,00
1	2011	91.980	12	1.103.760	0,0300	33.162	502	33.664	
2	2012	91.980	12	1.103.760	0,0311	34.288	506	34.793	
3	2013	91.980	12	1.103.760	0,0335	36.929	512	37.440	
4	2014	91.980	12	1.103.760	0,0337	37.232	519	37.751	
5	2015	91.980	12	1.103.760	0,0340	37.537	528	38.065	
6	2016	91.980	12	1.103.760	0,0343	37.845	538	38.383	
7	2017	91.980	12	1.103.760	0,0346	38.156	548	38.704	
8	2018	91.980	12	1.103.760	0,0349	38.469	559	39.028	
9	2019	91.980	12	1.103.760	0,0351	38.785	570	39.355	
10	2020	91.980	12	1.103.760	0,0354	39.103	582	39.685	
11	2021	91.980	12	1.103.760	0,0357	39.424	594	40.018	
12	2022	91.980	12	1.103.760	0,0360	39.748	605	40.353	
13	2023	91.980	12	1.103.760	0,0363	40.074	618	40.691	
14	2024	91.980	12	1.103.760	0,0366	40.403	630	41.032	
15	2025	91.980	12	1.103.760	0,0369	40.734	642	41.377	
16	2026	91.980	12	1.103.760	0,0372	41.068	655	41.724	
17	2027	91.980	12	1.103.760	0,0375	41.405	668	42.074	
18	2028	91.980	12	1.103.760	0,0378	41.745	682	42.427	
19	2029	91.980	12	1.103.760	0,0381	42.088	695	42.783	
20	2030	91.980	12	1.103.760	0,0384	42.433	709	43.142	
21	2031	91.980	12	1.103.760	0,0388	42.781	724	43.505	
22	2032	91.980	12	1.103.760	0,0391	43.132	738	43.870	
23	2033	91.980	12	1.103.760	0,0394	43.486	753	44.239	
24	2034	91.980	12	1.103.760	0,0397	43.843	768	44.611	
25	2035	91.980	12	1.103.760	0,0400	44.203	783	44.986	

Anexo III. Dados económicos do sistema colector solar termodinámico

Anos		Amortizações				Manutenção		Consumos															
		Montante do Investimento (€)	Período de Amortização (Anos)	Taxa de Amortização (%)	Amortizações do Exercício (€)	Poupança Fiscal (€)	Amortizações Acumuladas (€)	% de Manutenção Anual	Montante Anual de Manutenção (€)	Consumo Corrente Mensal (kWh)	Consumo Energético Máximo Mensal (kWh)	Nr.º Meses de Consumo Energético Máximo	Consumo Energético em Meses de Menor consumo (kWh)	Perda de Rendimento (%)	Nr. Meses de Menor Consumo Energético	Consumo Energético Médio Mensal Fornecida pelo Sistema ST (kWh)	Consumo Energético Mensal a Fornecer pela Caldeira (kWh)	Em % Consumo Total	N.º de Meses em Laboração	Consumo de Gás Natural Anual (kWh)	Consumo Total de Gás Natural (kWh)	Custo por kWh de Gás Natural (€)	Custo Total (€)
0	2010	59.698	12,5	4,0	2.388	633	2.388	50%	597	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	23.612	68.369	74,3%	12	820.422	820.422	0,031	25.679
1	2011	0	12,5	8,0	4.776	1.266	7.164	100%	599	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,030	16.137
2	2012	0	12,5	8,0	4.776	1.266	11.940	100%	604	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,031	16.684
3	2013	0	12,5	8,0	4.776	1.266	16.715	100%	611	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,033	17.969
4	2014	0	12,5	8,0	4.776	1.266	21.491	100%	620	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,034	18.117
5	2015	0	12,5	8,0	4.776	1.266	26.267	100%	631	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,034	18.265
6	2016	0	12,5	8,0	4.776	1.266	31.043	100%	642	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,034	18.415
7	2017	0	12,5	8,0	4.776	1.266	35.819	100%	655	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,035	18.567
8	2018	0	12,5	8,0	4.776	1.266	40.595	100%	668	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,035	18.719
9	2019	0	12,5	8,0	4.776	1.266	45.370	100%	681	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,035	18.872
10	2020	0	12,5	8,0	4.776	1.266	50.146	100%	695	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,035	19.027
11	2021	0	12,5	8,0	4.776	1.266	54.922	100%	709	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,036	19.184
12	2022	0	12,5	8,0	4.776	1.266	59.698	100%	723	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,036	19.341
13	2023	0	12,5	8,0	0	0	59.698	100%	737	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,036	19.500
14	2024	0	12,5	8,0	0	0	59.698	100%	752	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,037	19.660
15	2025	0	12,5	8,0	0	0	59.698	100%	767	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,037	19.821
16	2026	0	12,5	8,0	0	0	59.698	100%	782	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,037	19.984
17	2027	0	12,5	8,0	0	0	59.698	100%	798	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,038	20.148
18	2028	0	12,5	8,0	0	0	59.698	100%	814	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,038	20.313
19	2029	0	12,5	8,0	0	0	59.698	100%	830	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,038	20.480
20	2030	0	12,5	8,0	0	0	59.698	100%	847	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,038	20.648
21	2031	0	12,5	8,0	0	0	59.698	100%	864	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,039	20.817
22	2032	0	12,5	8,0	0	0	59.698	100%	881	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,039	20.988
23	2033	0	12,5	8,0	0	0	59.698	100%	899	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,039	21.160
24	2034	0	12,5	8,0	0	0	59.698	100%	917	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,040	21.334
25	2035	0	12,5	8,0	0	0	59.698	100%	935	91.980	57.240	5	40.068	30%	7	47.223	44.757	48,7%	12	537.084	537.084	0,040	21.509

Anexo III. (continuação)

Anos		Custo Total			VAL		Pay-Back e TIR					Diferencial Acumulado Positivo	VAL (€)	Pay-Back (Anos)	TIR (%)
Anos		Custo Total	Manutenção (€)	Consumo de Gás Natural (€)	Amortizações (€)	Custo Total (€)	Valor Atualizado Líquido (VAL) (€)	Custo Total Caldeira (€)	Custo Total Solar Termodinâmico (€)	Diferencial (€)	Diferencial Acumulado (€)				
0	2010	59.698	298	25.679	-633	85.043	277.826	35.048	85.043	-49.995	-49.995	1,00	163.950	3,95	39%
1	2011	0	599	16.137	-1266	15.470		33.664	15.470	18.194	-31.801	1,00			
2	2012	0	604	16.684	-1266	16.022		34.793	16.022	18.771	-13.030	1,00			
3	2013	0	611	17.969	-1266	17.315		37.440	17.315	20.126	7.096	0,65			
4	2014	0	620	18.117	-1266	17.471		37.751	17.471	20.280	27.376	0			
5	2015	0	631	18.265	-1266	17.630		38.065	17.630	20.435	47.811	0			
6	2016	0	642	18.415	-1266	17.792		38.383	17.792	20.591	68.402	0			
7	2017	0	655	18.567	-1266	17.956		38.704	17.956	20.749	89.151	0			
8	2018	0	668	18.719	-1266	18.121		39.028	18.121	20.907	110.058	0			
9	2019	0	681	18.872	-1266	18.288		39.355	18.288	21.067	131.125	0			
10	2020	0	695	19.027	-1266	18.457		39.685	18.457	21.228	152.354	0			
11	2021	0	709	19.184	-1266	18.627		40.018	18.627	21.391	173.745	0			
12	2022	0	723	19.341	-1266	18.798		40.353	18.798	21.555	195.299	0			
13	2023	0	737	19.500	0	20.237		40.691	20.237	20.454	215.764	0			
14	2024	0	752	19.660	0	20.412		41.032	20.412	20.621	236.374	0			
15	2025	0	767	19.821	0	20.588		41.377	20.588	20.788	257.163	0			
16	2026	0	782	19.984	0	20.766		41.724	20.766	20.958	278.121	0			
17	2027	0	798	20.148	0	20.946		42.074	20.946	21.128	299.249	0			
18	2028	0	814	20.313	0	21.127		42.427	21.127	21.300	320.549	0			
19	2029	0	830	20.480	0	21.310		42.783	21.310	21.473	342.022	0			
20	2030	0	847	20.648	0	21.495		43.142	21.495	21.648	363.670	0			
21	2031	0	864	20.817	0	21.681		43.505	21.681	21.824	385.493	0			
22	2032	0	881	20.988	0	21.869		43.870	21.869	22.001	407.495	0			
23	2033	0	899	21.160	0	22.059		44.239	22.059	22.180	429.675	0			
24	2034	0	917	21.334	0	22.251		44.611	22.251	22.360	452.035	0			
25	2035	0	935	21.509	0	22.444		44.986	22.444	22.542	474.577	0			

Anexo IV. Dados económicos do sistema bomba de calor

Anos		Consumo de Electricidade										Amortizações					Manutenção					Custo Total				
	Anos	Energia Máxima Fornecida BC (kWh)	Energia Utilizada (kWh)	% Energia Utilizada	Rácio de Eficiência	Consumo Mensal (kWh)	Meses em Laboração/ano	Consumo Anual (kWh)	Custo Electricidade por kWh(€)	Custo de Electricidade Anual (€)	Montante Investimento (€)	Período de Amortização (Anos)	Taxa de Amortização (%)	Amortizações do Exercício (€)	Poupança Fiscal (€)	Amortizações Acumuladas (€)	% Investimento em Manutenção	% de Manutenção Anual	Montante Anual de Manutenção (€)	Montante do Período (€)	Custo Total do Investimento (€)	Custo Total de Manutenção (€)	Consumo Total de Electricidade (€)	Total de Amortizações (€)	Total (€)	Valor Actualizado Líquido (VAL) (€)
	0	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1264	43.405	52.196	12,5	4%	2.088	553	2.088	1%	50%	522	261	52.196	261	43.405	-553	95.308	596.803
	1	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1213	41.664	0	12,5	8%	4.176	1.107	6.264	100%	100%	524	524	0	524	41.664	-1.107	41.082	
	2	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1254	43.078	0	12,5	8%	4.176	1.107	10.439	100%	100%	528	528	0	528	43.078	-1.107	42.500	
	3	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1351	46.396	0	12,5	8%	4.176	1.107	14.615	100%	100%	534	534	0	534	46.396	-1.107	45.824	
	4	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1362	46.777	0	12,5	8%	4.176	1.107	18.791	100%	100%	542	542	0	542	46.777	-1.107	46.213	
	5	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1373	47.161	0	12,5	8%	4.176	1.107	22.966	100%	100%	551	551	0	551	47.161	-1.107	46.606	
	6	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1385	47.548	0	12,5	8%	4.176	1.107	27.142	100%	100%	561	561	0	561	47.548	-1.107	47.003	
	7	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1396	47.938	0	12,5	8%	4.176	1.107	31.318	100%	100%	572	572	0	572	47.938	-1.107	47.404	
	8	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1407	48.332	0	12,5	8%	4.176	1.107	35.493	100%	100%	584	584	0	584	48.332	-1.107	47.809	
	9	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1419	48.728	0	12,5	8%	4.176	1.107	39.669	100%	100%	596	596	0	596	48.728	-1.107	48.217	
	10	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1431	49.128	0	12,5	8%	4.176	1.107	43.845	100%	100%	607	607	0	607	49.128	-1.107	48.629	
	11	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1442	49.531	0	12,5	8%	4.176	1.107	48.020	100%	100%	620	620	0	620	49.531	-1.107	49.044	
	12	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1454	49.938	0	12,5	8%	4.176	1.107	52.196	100%	100%	632	632	0	632	49.938	-1.107	49.463	
	13	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1466	50.347	0	12,5	8%	0	0	52.196	100%	100%	645	645	0	645	50.347	0	50.992	
	14	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1478	50.761	0	12,5	8%	0	0	52.196	100%	100%	658	658	0	658	50.761	0	51.418	
	15	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1490	51.177	0	12,5	8%	0	0	52.196	100%	100%	671	671	0	671	51.177	0	51.848	
	16	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1503	51.597	0	12,5	8%	0	0	52.196	100%	100%	684	684	0	684	51.597	0	52.281	
	17	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1515	52.021	0	12,5	8%	0	0	52.196	100%	100%	698	698	0	698	52.021	0	52.718	
	18	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1527	52.447	0	12,5	8%	0	0	52.196	100%	100%	712	712	0	712	52.447	0	53.159	
	19	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1540	52.878	0	12,5	8%	0	0	52.196	100%	100%	726	726	0	726	52.878	0	53.604	
	20	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1553	53.312	0	12,5	8%	0	0	52.196	100%	100%	740	740	0	740	53.312	0	54.052	
	21	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1565	53.749	0	12,5	8%	0	0	52.196	100%	100%	755	755	0	755	53.749	0	54.505	
	22	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1578	54.190	0	12,5	8%	0	0	52.196	100%	100%	770	770	0	770	54.190	0	54.961	
	23	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1591	54.635	0	12,5	8%	0	0	52.196	100%	100%	786	786	0	786	54.635	0	55.421	
	24	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1604	55.083	0	12,5	8%	0	0	52.196	100%	100%	802	802	0	802	55.083	0	55.885	
	25	129.600	91.980	71%	3,21	28.616	12	343.392	0,1617	55.535	0	12,5	8%	0	0	52.196	100%	100%	818	818	0	818	55.535	0	56.353	

Anexo IV. (continuação)

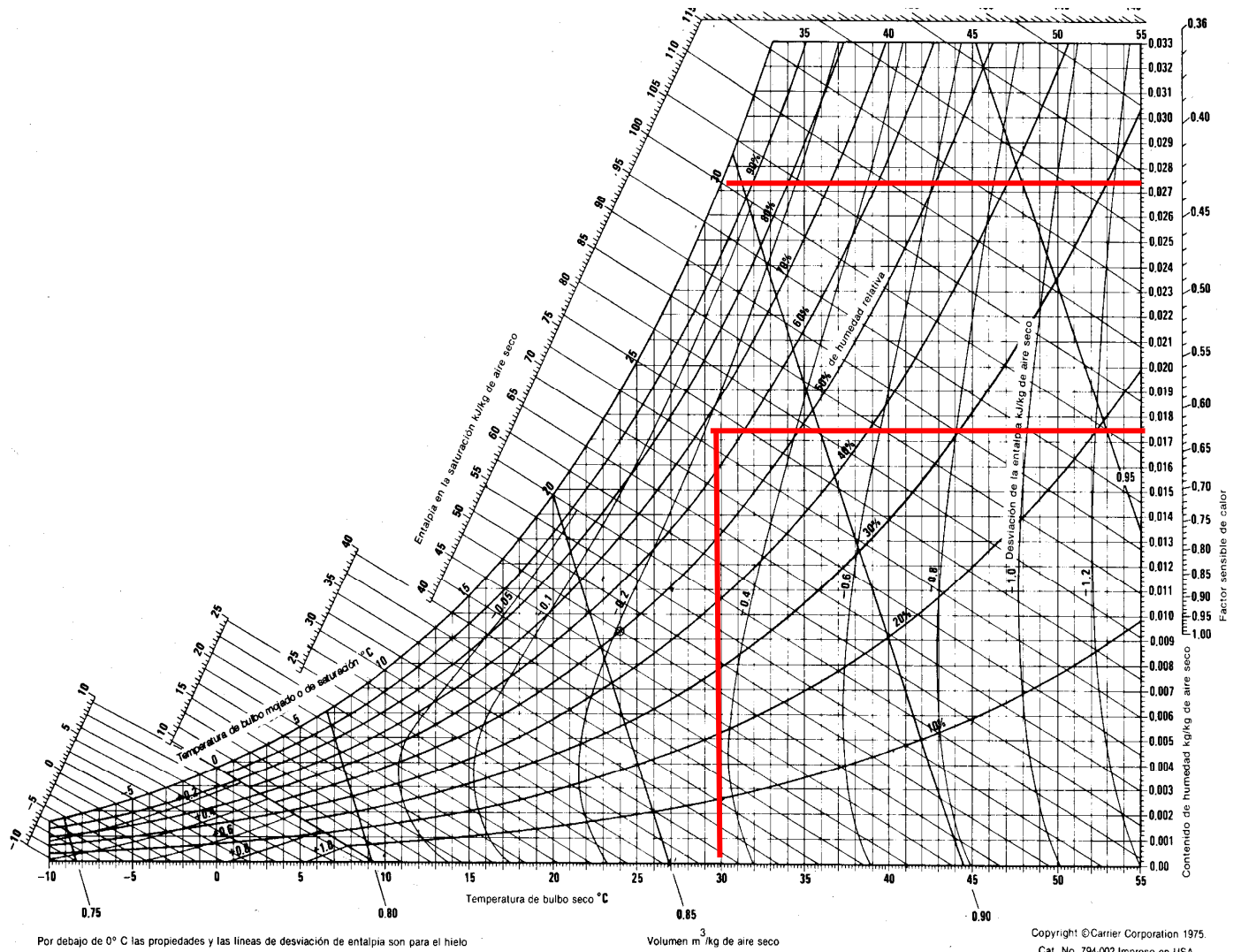
Anos		Pay-Back												
Anos		Custo Total Caldeira (€)		Custo Total Bomba de Calor (€)		Diferencial (€)		Diferencial Acumulado		Diferencial Acumulado Positivo		VAL (€)	26	#DIV/0!
		0	2010	0	2010	0	2010	0	2010	0	2010	-155.027		
0		35.048	95.308	95.308	-60.261	-60.261	1,0	-67.678	1,0	-155.027				
1		33.664	41.082	41.082	-7.417	-7.417	1,0	-75.384	1,0	-155.027				
2		34.793	42.500	42.500	-7.706	-7.706	1,0	-83.768	1,0	-155.027				
3		37.440	45.824	45.824	-8.383	-8.383	1,0	-92.229	1,0	-155.027				
4		37.751	46.213	46.213	-8.461	-8.461	1,0	-100.769	1,0	-155.027				
5		38.065	46.606	46.606	-8.540	-8.540	1,0	-109.389	1,0	-155.027				
6		38.383	47.003	47.003	-8.620	-8.620	1,0	-118.089	1,0	-155.027				
7		38.704	47.404	47.404	-8.700	-8.700	1,0	-126.869	1,0	-155.027				
8		39.028	47.809	47.809	-8.780	-8.780	1,0	-135.731	1,0	-155.027				
9		39.355	48.217	48.217	-8.862	-8.862	1,0	-144.675	1,0	-155.027				
10		39.685	48.629	48.629	-8.944	-8.944	1,0	-153.701	1,0	-155.027				
11		40.018	49.044	49.044	-9.027	-9.027	1,0	-162.812	1,0	-155.027				
12		40.353	49.463	49.463	-9.110	-9.110	1,0	-173.113	1,0	-155.027				
13		40.691	50.992	50.992	-10.301	-10.301	1,0	-183.498	1,0	-155.027				
14		41.032	51.418	51.418	-10.386	-10.386	1,0	-193.970	1,0	-155.027				
15		41.377	51.848	51.848	-10.471	-10.471	1,0	-204.527	1,0	-155.027				
16		41.724	52.281	52.281	-10.558	-10.558	1,0	-215.172	1,0	-155.027				
17		42.074	52.718	52.718	-10.645	-10.645	1,0	-225.904	1,0	-155.027				
18		42.427	53.159	53.159	-10.732	-10.732	1,0	-236.725	1,0	-155.027				
19		42.783	53.604	53.604	-10.821	-10.821	1,0	-247.634	1,0	-155.027				
20		43.142	54.052	54.052	-10.910	-10.910	1,0	-258.634	1,0	-155.027				
21		43.505	54.505	54.505	-11.000	-11.000	1,0	-269.725	1,0	-155.027				
22		43.870	54.961	54.961	-11.090	-11.090	1,0	-280.906	1,0	-155.027				
23		44.239	55.421	55.421	-11.182	-11.182	1,0	-292.180	1,0	-155.027				
24		44.611	55.885	55.885	-11.274	-11.274	1,0	-303.547	1,0	-155.027				
25		44.986	56.353	56.353	-11.367	-11.367	1,0							

Anexo V. Dados comparativos do VAL, *Pay-Back* e poupança acumulada dos 3 sistemas

		Sistemas		
VAL (€)		Caldeira 441.776	Solar Termodinâmico 277.826	Bomba de Calor 596.803
<i>Pay-back</i> (anos)		n/a	3,65	26
TIR (%)		n/a	39%	#DIV/0!
Poupança Acumulada (anos)	2010	n/a	-49.995	-60.261
	2011	n/a	-31.801	-67.678
	2012	n/a	-13.030	-75.384
	2013	n/a	7.096	-83.768
	2014	n/a	27.376	-92.229
	2015	n/a	47.811	-100.769
	2016	n/a	68.402	-109.389
	2017	n/a	89.151	-118.089
	2018	n/a	110.058	-126.869
	2019	n/a	131.125	-135.731
	2020	n/a	152.354	-144.675
	2021	n/a	173.745	-153.701
	2022	n/a	195.299	-162.812
	2023	n/a	215.754	-173.113
	2024	n/a	236.374	-183.498
	2025	n/a	257.163	-193.970
	2026	n/a	278.121	-204.527
	2027	n/a	299.249	-215.172
	2028	n/a	320.549	-225.904
	2029	n/a	342.022	-236.725
	2030	n/a	363.670	-247.634
	2031	n/a	385.493	-258.634
	2032	n/a	407.495	-269.725
	2033	n/a	429.675	-280.906
	2034	n/a	452.035	-292.180
	2035	n/a	474.577	-303.547

Carta Psicrométrica

Anexo VI. Carta Psicrométrica



Disponível em:

<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/caco/Images/psicro.gif>

Propostas

Anexo VII. Proposta para o sistema solar termodinâmico



PROPOSTA

Requerente:	Prof. Bruno Guimarães
Local:	Braga
Assunto:	Climatização de Piscinas
Data:	15/04/2010

Tecnologia:



1. Climatização de Piscinas

Área da Piscina Principal = **312 m²**
Profundidade média = **1,80 m**

Área da Piscina de Apoio = **48 m²**
Profundidade média = **0,90 m**

Temperatura da água = **29 °C**

Potência Total Necessária Piscina (W) = **120960**

Equipamento Exemplo



Resumo

O aquecimento da piscina será sustentado por 2 equipamentos solares termodinâmicos constituído por 40 painéis solares termodinâmicos cada, modelo **ENER 40** com as seguintes especificações gerais:

Pot Consumida Mínima= **7630 W**
Pot Térmica Máxima= **52970 W**

O desumidificador já existe e a sua bateria de água quente beneficiará da eficiência proveniente do sistema solar termodinâmico.



A solução proposta satisfaz 50% das necessidades de aquecimento da piscina, tendo em conta a actual despesa com gás, dados fornecidos pelo requerente cujos valores são estimados em cerca de €4500/mês, a mesma solução visa a redução da despesa em cerca de 30 a 40%.

2. Equipamentos Existentes

Os equipamentos existentes destinados às funções acima referidas serão mantidos.
A solução proposta exclui aquecimento de águas sanitárias.

3. COTAÇÃO E MAPA DE QUANTIDADES

Descritivo	Qt.	Iva	Preço Unit.	Total Líquido
ENER 40	2	12%	26.599,00 €	53.198,00 €
Instalação e Montagem	2		3.250,00 €	6.500,00 €
Mercadoria/Serviços				59.698,00 €
Iva 12 %				7.163,76 €
Total (EUR)				66.861,76 €

Junto os meus melhores cumprimentos,

Eng. Gil Reis

Dimensionamento & Vendas

Email: gilreis@uniko.pt

Tel: (+351) 252 600 230

Tlm: 91 772 85 57

Anexo VIII. Proposta para o sistema da bomba de calor.



Exmo. Sr.
Bruno Guimarães
Braga
E-Mail: brunoguimaraes@yahoo.com

Carcavelos, 16/03/2010

Exmo. Sr.

Agradecendo desde já a v/ amável consulta vimos deste modo apresentar a n/ melhor proposta para o fornecimento e montagem do seguinte equipamento;

AQUECIMENTO DE PISCINA C/ COBERTURA



Bomba de calor OPTIPAC 30D TRI

- Bomba de calor que faz a supressão do gelo.
- Graças ao seu sistema de descongelação por inversão de ciclo, pode funcionar com temperaturas exteriores até- 8° C .
- Compressor rotativo SCROLL .
- Interruptor de débito já montado.
- Manómetro para regulação do débito de água.
- Termostato de regulação digital incorporado com interruptor Ligado/Desligado.
- Pressostato HP e BP montados.
- Fluido frigorífico R410-A OPTIPAC 30D
- Carroçaria anti corrosão
- Bomba de calor REVERS VEL, também pode assegurar o resfriamento da piscina no Verão, excepto nas optipac.
- Potência restituída 90 kw.

Av. Marechal Craveiro Lopes, 99 - Loja 3 - 2775-698 Carcavelos - Portugal • Telef.: 21/453 74 01/ 21/458 74 00
FAX: 21/453 98 62 • Site: www.gotazul.pt •

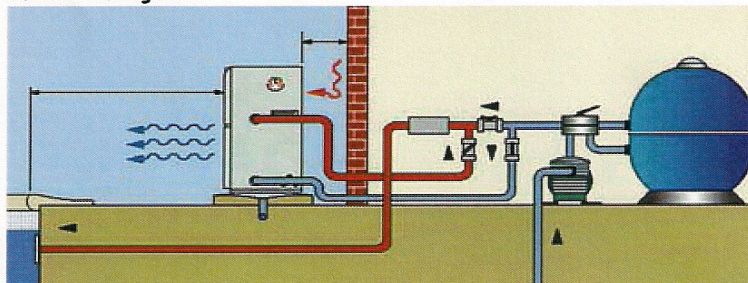


Características técnicas

Alimentação		400V/50Hz
Permutador		Titânio
Compressor		SCROLL
Cabinet		ABS
Refrigerante		R407C
Caudal médio de água		30m3/ hora
Caudal de ar		7 500 m3/ hora
Nível sonoro	1 metro	85 dB
	3 metros	57 dB
Ligação hidráulica		PVC Ø 90
Peso		700 Kg
15° C*	Consumo kW	28
	Saída kW	90

*Ar a 15°C no exterior. Piscina Privada com cobertura isotérmica.

INSTALAÇÃO:



PREÇO:

Ref.:	Modelo	Quantidade	Preço Unitário	P.V.P s/ IVA
W20TI30V	Bomba de Calor Optipac 30D Trifásica	2	31.760,00€	63.520,00€

Nota. A este valor será acrescido o IVA á taxa legal de 12%

Desconto 20% Sob P.V.P.

Av. Marechal Craveiro Lopes, 99 - Loja 3 - 2775-698 Carcavelos - Portugal • Telef.: 21/453 74 01/ 21/458 74 00
FAX: 21/453 98 62 • Site: www.gotazul.pt •



Modo de Pagamento:

- ❖ Adjudicação 30% do valor da encomenda

Exclusão:

- ❖ Montagem do Equipamento;
- ❖ Transporte;
- ❖ Tudo o que não estiver especificado no orçamento.

Prazo de Entrega: A Combinar

Validade da proposta: 30 dias a contar da sua data.

Obs.: Até pagamento integral do valor a **GOTAZUL LDA** detém os direitos de reserva de propriedade.

Esperando ter dado satisfação ao solicitado, despedimo-nos com consideração,

Atentamente,

Eng.^a Cristina Araújo

Anexo IX. Proposta para o sistema da caldeira a biomassa.



N/Ref.: DC / B10-123V02	Data: 2010-05-18	Nº Pag.: 1 / 4
BIOMASSA - PISCINA		

Empresa: Solíndigos, lda – Energias Renováveis	De: António Castro	
Empresa:	Para: Bruno Guimarães	
E-mail brunoguimaraes@yahoo.com	Telf.:	Fax:

☒ Proposta

☐ Confirmação de Encomenda

Exmos. Senhores,

Conforme o vosso pedido vimos por este meio dar orçamento para a instalação abaixo descrita:

DESCRIÇÃO	TOTAL S/IVA
Projecto, fornecimento de Material e instalação de uma caldeira de biomassa integrado com sistema solar	115.057,97 €
Custo de Manutenção Anual – Previsto: 0.5 %	
Total	

Condições Gerais:

- Forma de Pagamento: Facturas parcelares com base no apresentado na página final do orçamento
- Prazo de Entrega: a combinar
- Prazo de Garantia: 2 Anos
- Local de Entrega: Braga
- Prazo de Execução: A combinar
- Validade da Proposta: 30 dias.
- Os valores apresentados não incluem IVA (Taxa intermédia: 12%)
- Este orçamento só é válido após adjudicação.
- Montagem: No momento da montagem a zona de intervenção deverá estar livre de obstáculos para que torne possível a execução dos trabalhos.

Exclusões:

Entrada em obra - Caso não nos seja comunicado antecipadamente o adiamento da entrada em obra após haver um acordo e uma autorização comprovativa da mesma, todos os custos serão da vossa responsabilidade.

Obras de Alvenaria que sirvam de suporte à instalação, estão incluídas as obras necessárias à colocação de caixas e estruturas.

Em Caso Em Caso de Adjudicação por favor assinalar e envie preenchido:

Melhores Cumprimento

Data

Assinatura e Carimbo:

N/Ref.: DC / B10-123V02	Data: 2010-03-18	Nº Pag.: 2 / 4
BIOMASSA - PISCINA		

Uds.	Designação
1	Caldeira de biomassa Froling modelo ARIMAX 400 ou equivalente de 400 KW, com câmara refrigerada com água. com tanque de armazenamento 1000lts Combustível Único Pellets Caldeira com isolamento completo de lã mineral, com tanque de armazenamento de biomassa para alimentação, da esquerda para a direita. Extracção automática de cinzas Ventilador de extracção Protecção contra incêndio Microprocessador de regulação, o regime de funcionamento da caldeira vem determinado de acordo com a necessidade energética, adoptando-se gradualmente de maneira automática à necessidade de calor. Sistema de limpeza automática do queimador. Conexão trifásica. Possibilidade de controlo e operação à distância
-	6 METROS DE Chaminé e acessórios para uma instalação completa 6 x Módulo 1 m + abraçadeira 200 inox-inox 1 x Tê de inspecção 200 inox-inox 2 x Curva CONCESA 200 inox-inox a 45º 1 x Abraçadeira 200 inox-inox 1 x Modulo extensível 0,80-1,15
	Vaso de Expansão
1	60 x Tubo MLCP (Pert al Pert) para climatização 20 x 2.25 Barra
	60 x Armaflex ST 19 x 22
1	Circ. 2.4 m3/h 10 mca 1'
1	Circ. 4.0 m3/h 10 mca 1'
1	Circ. 3.9 m3/h 15 mca 1 1/4'
1	Circ. 17.2 m3/h 15 mca 1 1/2'
1	Permutador de placas 55 KW
1	Permutador de placas 210 KW
	Válvula 3 vias 5/4" para accionamento da temperatura de retorno 55°C, sondas de imersão, restante material complementar
	150 H - MÃO DE OBRA
TOTAL	115.057,97 €+ IVA (12%)

Tel.: 227 334 140
Fax.: 227 334 149

geral@solindigos.pt

Rua dos Mourões,476
Vila Nova de Gaia

N/Ref.: DC / B10-123V02	Data: 2010-03-18	Nº Pag.: 3 / 4
BIOMASSA - PISCINA		

CONDIÇÕES DO ORÇAMENTO

DESIGNAÇÃO	GARANTIA
Caldeira de Biomassa	5 anos
Acumulador Mural	5 anos
Instalação	1 Ano

Exclusões:

- IVA.
- Autorizações, licenças para o projecto se forem necessárias.
- Excluída obras de alvenaria, não contempladas no orçamento – Ligações fora da casa do cliente Grua.
- Preparação eléctrica não incluída, caso seja necessário.

O orçamento foi realizado com base nos planos e indicações entregues pelo proprietário, sendo possível haver necessidade de algumas modificações devido a algumas variações detectadas pelos nossos técnicos na visita prévia à formalização do contrato.

Forma de pagamento:

- A instalação é paga segundo o seguinte procedimento:

Adjudicação da obra	20 %
Entrada em Obra	30 %
Finalização da obra	50 %

VALIDADE DO ORÇAMENTO : 1 MÊS

Tel.: 227 334 140
Fax.: 227 334 149

geral@solindigos.pt

Rua dos Mourões,476
Vila Nova de Gaia

Anexo X. Proposta para o sistema solar térmico combinado com caldeira a biomassa.



N/Ref.: DC / T10-123V02	Data: 2010-05-18	Nº Pag.: 1 / 8
SOLAR TÉRMICO - PISCINA		

Empresa: Solíndigos, lda – Energias Renováveis	De: António Castro	
Empresa:	Para: Bruno Guimarães	
E-mail brunoguimaraes@yahoo.com	Telf.	Fax:

☒ Proposta

☐ Confirmação de Encomenda

Exmos. Senhores,

Conforme o vosso pedido vimos por este meio dar orçamento para a instalação abaixo descrita:

DESCRIÇÃO	TOTAL S/IVA
Projecto, fornecimento de Material e instalação de um sistema Solar Térmico	156.448,33 €
Custo de Manutenção Anual – Previsto: 1 %	
Total	

Condições Gerais:

- Forma de Pagamento: Facturas parcelares com base no apresentado na página final do orçamento
- Prazo de Entrega: a combinar
- Prazo de Garantia: 2 Anos
- Local de Entrega: Braga
- Prazo de Execução: A combinar
- Validade da Proposta: 30 dias.
- Os valores apresentados não incluem IVA (Taxa intermédia: 12%)
- Este orçamento só é válido após adjudicação.
- Montagem: No momento da montagem a zona de intervenção deverá estar livre de obstáculos para que torne possível a execução dos trabalhos.

Exclusões:

Entrada em obra - Caso não nos seja comunicado antecipadamente o adiamento da entrada em obra após haver um acordo e uma autorização comprovativa da mesma, todos os custos serão da vossa responsabilidade.

Obras de Alvenaria que sirvam de suporte à instalação, estão incluídas as obras necessárias à colocação de caixas e estruturas.

Em Caso Em Caso de Adjudicação por favor assinalar e envie preenchido:

Melhores Cumprimento

Data

Assinatura e Carimbo:

N/Ref.: DC / T10-123V02	Data: 2010-05-18	Nº Pag.: 2 / 8
SOLAR TÉRMICO - PISCINA		

1 – Caracterização Técnica do Projecto

Localização: Braga

Tipo de Instalação: Piscina



1.1 Pressupostos de partida:

Piscina 1:

Tipo : Interior
 Temperatura Pretendida : 30°C
 Superfície : 312,5 m²
 Profundidade Média : 1,8 m
 Volume : 562,5 m³
 Período de Utilização : Todo ano

Piscina 2:

Tipo : Interior
 Temperatura Pretendida : 31°C
 Superfície : 48 m²
 Profundidade Média : 0,9 m
 Volume : 45,6 m³
 Período de Utilização : Todo ano

Balneários

N.º utilizadores : 115
 Temperatura de utilização : 60°C

1.2 – Dados Climatéricos

Braga	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Latitude: 41.08° N 6,82° W												
Irradiação Global H.mensal (MJ/m ²)	6.1	9.4	13.3	18.0	21.6	24.8	25.9	23.0	16.9	11.5	7.6	5.4
Temp. ambiente Mensal (°C)	5.1	6.6	9.0	11.0	14.7	18.7	21.9	21.5	18.7	13.7	8.6	5.6
Temp. água da rede (°C)	10.8	10.8	11.8	12.8	13.7	15.2	16.2	16.1	15.6	14.1	11.6	10.6

Tabela 1: dados climatéricos da região

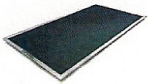
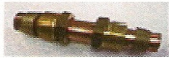
Tel.: 227 334 140
 Fax.: 227 334 149

geral@solindigos.pt

Rua dos Mourões,476
 Vila Nova de Gaia

SOLAR TÉRMICO - PISCINA**2 - Projecto para produção de AQS com energia solar**

Na tabela apresentada pretendemos discriminar os materiais e acessórios que fazem parte da instalação solar.

PRODUCTO	QUANTIDADE	UNIDADES	DESCRIÇÃO
	172	Uds.	Colector IMMOSOLAR IS PRO-2H. Colector de alto rendimento, revestimento selectivo em TiNO _x
	18	Uds.	Tubos de união entre colectores solares.
	9	Uds	Conjunto de uniões para bateria de colectores
	35	Uds.	Acessórios de fixação sobre telhado plano
	30	mts	Tubo de cobre 22 com armaflex * estimativa
	60	mts	Tubo de cobre 28 com armaflex * estimativa
	90	mts	Tubo de cobre 35 com armaflex * estimativa
	90	Mt.	Tubo de cobre 42 com armaflex * estimativa
	114	Mt.	Tubo de cobre 54 com armaflex * estimativa
	1	Uds.	Acumulador Enertres DPSA - 2000 Its
	1	Uds.	Central de regulação Delta D-Sol M
	1	Uds.	Vaso de expansão solar SMR 700

N/Ref.: DC / T10-123V02	Data: 2010-05-18	Nº Pag.: 4 / 8
SOLAR TÉRMICO - PISCINA		

	1	Uds.	Vaso de expansão AQS 100 AMR
	100	Uds.	METRO TUBO MULTICAPA PEX/AL/ PEX MULTIPEX 32x3
	1	Uds.	UPSD 65-180F – CIRCUITO PRIMÁRIO
	5	Uds.	UPS 32-80B cod.AC31214
	2	Uds.	Bomba centrífuga GRUNDFOS JP 6.
	4	Uds.	Quadro eléctrico para 2 grupos de bombas
	1	Uds.	Permutador de placas ADISA IT126-17 placas
	1	Uds.	Permutador de placas ADISA IT042-9 placas
	1	Uds.	WMZ M1 + V40(6m3/h)
	86	Uds.	Fluido de trabalho - liquido Tyfocor LS
	-	Uds.	Tubos circuito primário, isolamento e demais acessórios para o correcto funcionamento do circuito solar. Inclui material de pichelaria.

Tabela 2: Lista de materiais que compõe o sistema solar térmico para o estudo em questão

Preço Total:..... 156.448,33 €

- Inclui entrega, instalação e a colocação em funcionamento de todos os elementos.

Tel.: 227 334 140
Fax.: 227 334 149

geral@solindigos.pt

Rua dos Mourões,476
Vila Nova de Gaia

N/Ref.: DC / T10-123V02	Data: 2010-05-18	Nº Pag.: 5 / 8
SOLAR TÉRMICO - PISCINA		

3 - BENEFÍCIOS ENERGÉTICOS

Com o objectivo de simplificar uma melhor compreensão da instalação e das vantagens energéticas que advêm da instalação destes sistemas apresentamos as necessidades energéticas que serão necessárias para o aquecimento de água e qual a contributo e os benefícios da instalação solar térmica.

3.1 - DADOS RELATIVOS ÀS NECESSIDADES ENERGÉTICAS - Piscina

Tipo de Piscina [Interior/exterior]	Interior
Superfície da Piscina [m ²]	360
Volume da piscina [m ³] 1 + 2	563
Humidade relativa [%]	60

Meses	Jan	Fev.	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set.	Out.	Nov	Dez.
Temp. Desejada [°C]	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Temp. Ambiente [°C]	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
% de ocupação	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Curva de rendimento do colector: $r = 0.78 - 4.5 * (te - ta)$

Modelo Colector:	IS PRO 2H – IMMOSOLAR
Factor de Eficiência:	0.78
Coeficiente global de perdas [W/m ² ,°C]:	4.5
Caudal Circuito Primário [(l/h)/m ²]:	50
Caudal Circuito Secundário [(l/h)/m ²]:	100
Calor específico em circuito primário [Kcal/(Kg.°C)]:	0.9
Calor específico em circuito Secundário [Kcal/(Kg.°C)]:	1
Eficiência do permutador:	0.75

Tel.: 227 334 140
Fax.: 227 334 149

geral@solindigos.pt

Rua dos Mourões,476
Vila Nova de Gaia

N/Ref.: DC / T10-123V02	Data: 2010-05-18	Nº Pag.: 6 / 8
SOLAR TÉRMICO - PISCINA		

Número de colectores	145
Área colectores [m ²]	287,10
Inclinação [°]	45

Perdas por orientação e inclinação (%): 0

3.1.2 - DADOS RELATIVOS ÀS NECESSIDADES ENERGÉTICAS - tanque de apoio

Tipo de Piscina [Interior/exterior]	Interior
Superfície da Piscina [m ²]	30
Volume da piscina [m ³] 1 + 2	48
Humidade relativa [%]	60

Meses	Jan	Fev.	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set.	Out.	Nov	Dez.
Temp. Desejada [°C]	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Temp. Ambiente [°C]	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
% de ocupação	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Curva de rendimento do colector: $r = 0.78 - 4.5 * (t_e - t_a)$

Modelo Colector:	IS PRO 2H – IMMOSSOLAR
Factor de Eficiência:	0.78
Coeficiente global de perdas [W/m ² ,°C]:	4.5
Caudal Circuito Primário [(l/h)/m ²]:	50
Caudal Circuito Secundário [(l/h)/m ²]:	100
Calor específico em circuito primário [Kcal/(Kg.°C)]:	0.9
Calor específico em circuito Secundário [Kcal/(Kg.°C)]:	1
Eficiência do permutador:	0.75

Tel.: 227 334 140
Fax.: 227 334 149

geral@solindigos.pt

Rua dos Mourões,476
Vila Nova de Gaia

N/Ref.: DC / T10-123V02	Data: 2010-05-18	Nº Pag.: 7 / 8
SOLAR TÉRMICO - PISCINA		

Número de colectores	15
Área colectores [m²]	29,7
Inclinação [°]	45

Perdas por orientação e inclinação (%): 0

3.1.2 - DADOS RELATIVOS ÀS NECESSIDADES ENERGÉTICAS - Balneários

Número de Ocupantes	115
Consumo por Ocupante	20
Consumo diário médio anual de AQS (L/dia)	2300
Temperatura de utilização de AQS	60

Meses	Janeiro	Fev.	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Set.	Out.	Nov	Dez.	Anual
% de ocupação:	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Factor de Correção para consumo a 45°C	1,38	1,39	1,42	1,44	1,45	1,47	1,48	1,47	1,45	1,44	1,42	1,38	1,42

Curva de rendimento do colector: $r = 0.78 - 4.5 * (t_e - t_a)$

Modelo Colector:	IS PRO 2H – IMMOSSOLAR
Factor de Eficiência:	0.78
Coeficiente global de perdas [W/m²,°C]:	4.5
Caudal Circuito Primário [(l/h)/m²]:	50
Caudal Circuito Secundário [(l/h)/m²]:	100
Calor específico em circuito primário [Kcal/(Kg.°C)]:	0.9
Calor específico em circuito Secundário [Kcal/(Kg.°C)]:	1
Eficiência do permutador:	0.75

Número de colectores	12
Área colectores [m²]	23.76
Inclinação [°]	45
Volume de acumulação - lts	200

Perdas por orientação e inclinação (%): 0

Tel.: 227 334 140
Fax.: 227 334 149

geral@solindigos.pt

Rua dos Mourões,476
Vila Nova de Gaia

N/Ref.: DC / T10-123V02	Data: 2010-05-18	Nº Pag.: 8 / 8
SOLAR TÉRMICO - PISCINA		

CONDIÇÕES DO ORÇAMENTO

DESIGNAÇÃO	GARANTIA
Colectores térmicos IMMOSOLAR	5 anos
Acumulador Mural IMMOSOLAR	5 anos
Instalação	1 Ano

*A marca dos painéis poderá variar em função da disponibilidade, desde que apresente dados técnicos similares

Exclusões:

- IVA.
- Autorizações, licenças para o projecto se forem necessárias.
- Excluída obras de alvenaria, não contempladas no orçamento – Ligações fora da casa do cliente Grua.
- Preparação eléctrica não incluída, caso seja necessário.

O orçamento foi realizado com base nos planos e indicações entregues pelo proprietário, sendo possível haver necessidade de algumas modificações devido a algumas variações detectadas pelos nossos técnicos na visita prévia à formalização do contrato.

Forma de pagamento:

- A instalação é paga segundo o seguinte procedimento:

Adjudicação da obra	20 %
Entrada em Obra	30 %
Finalização da obra	50 %

VALIDADE DO ORÇAMENTO : 1 MÊS

Tel.: 227 334 140
Fax.: 227 334 149

geral@solindigos.pt

Rua dos Mourões,476
Vila Nova de Gaia

Anexo XI. Proposta para instalação de sistema solar térmico.

SASENER - Tecnologias, Lda

Prct. Bernarda Ferreira Lacerda N° 13

4200-601 PORTO

N° Contribuinte: 509302882

Capital Social Euros: 20.000,00

Telefone: 225 498 020

FAX: 225 404 051



1 0 0 2 0



2 0 1 0 0 4 4

Proposta

2010044

Exmo(s). Sr(s).

Bruno Guimarães

N/D

Braga

4705-319 BRAGA

ORIGINAL

Cliente	N° Contribuinte	Gestor de Cliente	Data	Contacto
10020	7	Filipe Canedo e Sá	15.04.2010	966339427

Ref.	Designação	Quant.	Preço	Desc.	Total
	Sistema Solar Térmico para 2 tanques de Piscina				
AZ024	Colector Solar ASTERSA 2.4 m2 Selectivo	50,0	595,00	10,00%	26.775,00
EAP00	Estrutura de Alumínio p/ Colector ASTERSA Vertical 30°	50,0	116,00	10,00%	5.220,00
KB001	Kit de Acessórios p/ Bateria de Colectores ASTERSA	10,0	91,00	10,00%	819,00
MPS12	União Bicone 22mm x 22mm Rígido	60,0	4,00	10,00%	216,00
MPS20	Tampa Bicone 22 mm	20,0	1,20	10,00%	21,60
TEC11002	Regulador Electrónico Solar TEC-PLUS 4 entradas e 2 saídas	1,0	218,00	10,00%	196,20
TD101	Sonda de Temperatura PT1000 1500mm	3,0	18,00	10,00%	48,60
605007	Bomba Circuladora GRUNDFOS UPS 32-80/180	1,0	412,80	10,00%	371,52
	Permutador INOX 19 Placas 105 kW	1,0	714,00	10,00%	642,60
FC2510	Anticongelante Propilenoglicol 95% 25L	3,0	187,00	10,00%	504,90
VE100	Vaso de Expansão Solar 100L Pré-carga 5 bar	1,0	256,00	10,00%	230,40
	Válvulas e Acessórios de Segurança	1,0	290,00	10,00%	261,00
	Caudalímetros para Regulação de Ramais	10,0	29,54	10,00%	265,86
S19003	Instalação de Sistema Solar Térmico - Piscina	1,0	11.800,00		11.800,00
	Inclui Tubagem Cobre com Diâmetros Conforme Projecto				
	Isolamento ARMAFLEX ou Eq. com protecção UV				
	Sujeito a validação após visita técnica ao local				
	OPÇÕES: Conforme Mapa de Quantidades				

Página 1 de 1

Total S/ IVA

47.372,68 Eur

Observações	Validade da Proposta: 90 dias
Condições Pag.	40% + 60%

Processado Por Computador



PRCT, BERNARDA FERREIRA LACERDA, 13 | 4200-601 PORTO | T. 225 498 020 | F. 225 404 051 | info@sasenergia.pt | www.sasenergia.pt