

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

TESE DE MESTRADO

**“AVALIAÇÃO ENERGÉTICA DO COMPLEXO
MUNICIPAL DE PISCINAS DE FOLGOSA”**

Adelina Fernanda Magalhães Rodrigues, 1910341

Mestrado em Engenharia Química
OPTIMIZAÇÃO ENERGÉTICA NA INDÚSTRIA QUÍMICA
NOVEMBRO 2010

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

TESE DE MESTRADO

**“AVALIAÇÃO ENERGÉTICA DO COMPLEXO
MUNICIPAL DE PISCINAS DE FOLGOSA”**



Adelina Fernanda Magalhães Rodrigues, 1910341

Mestrado em Engenharia Química
OPTIMIZAÇÃO ENERGÉTICA NA INDÚSTRIA QUÍMICA
NOVEMBRO 2010

AGRADECIMENTOS

À Câmara Municipal da Maia, na pessoa dos Exmos. Senhores Presidente e Vice-Presidente, bem como ao Director e Colegas do Departamento de Conservação e Manutenção, que directa ou indirectamente, contribuíram para a realização deste trabalho, quero expressar o meu agradecimento.

Aos Coordenadores da Tese de Mestrado, Dra. Isabel M^a Brás Pereira e Eng.º Vitorino de Matos Beleza, o meu muito obrigada pela contribuição decisiva para a conclusão deste trabalho e por toda a atenção, paciência e disponibilidade demonstrada.

SUMÁRIO

O presente trabalho insere-se no âmbito do Mestrado de Engenharia Química, ramo Optimização Energética na Indústria Química e pretende-se efectuar a avaliação energética do Complexo Municipal de Piscinas de Folgosa, localizado no Concelho da Maia, tendo como principais bases os Decretos-Lei 78, 79 e 80 de 04 de Abril 2006. Uma vez que a área útil de pavimento do presente edifício é superior a 1000 m², encontra-se englobado no conceito de Grande Edifício de Serviços (GES).

A escolha do Complexo Municipal de Piscinas de Folgosa para a realização do presente estudo prendeu-se com o facto de ser um objectivo da Câmara Municipal, mais concretamente do Departamento de Conservação e Manutenção de Estruturas Municipais, dar inicio aos procedimentos necessários para a certificação energética dos diversos edifícios Municipais, aliado ao facto das piscinas serem um tipo de edifício desportivo de elevada complexidade em termos de gestão, um grande consumidor de energia e possuidor de uma elevada diversidade de equipamentos.

O objectivo principal será o de caracterizar energeticamente o edifício e otimizar os consumos do mesmo, de forma a reduzir, não só os consumos energéticos e respectiva factura, mas também nas emissões dos gases de efeito de estufa (CO₂), pelo que a ordem de trabalhos inclui a realização de:

- Avaliação Energética de acordo com o n.º1 do artigo 2º e artigo 34º do D. L. 79/2006;
- Verificação dos Requisitos de Condução e manutenção das instalações de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC);
- Caracterização Energética do Edifício – Índice de Eficiência Energética.

A metodologia seguida baseou-se na utilizada para a realização de uma auditoria energética, sendo que foram contempladas as seguintes etapas: estudo pormenorizado da legislação referente à certificação de edifícios; realização de um levantamento de consumos energéticos reais da instalação (com base nas facturas energéticas); das suas características funcionais e levantamento dos vários equipamentos consumidores de energia.

O Complexo Municipal de Piscinas de Folgosa é uma instalação cuja média de consumo de **energia eléctrica** nos últimos três anos foi de **445969 kWh/ano** e de **87300 m³ de gás natural**, representando um consumo global de **energia primária** de **174,85 tep/ano**.

De acordo com o Sistema de Certificação Energética o Índice de Eficiência Energética determinado é de **54,50 kgep/m².ano**.

Uma vez que o IEE determinado é superior ao valor de $IEE_{Referência\ existentes}$, o edifício estará obrigado ao cumprimento de um Plano de Racionalização Energética (PRE).

É apresentado um conjunto de medidas que visam uma redução do consumo de energia do edifício e conseqüentemente uma melhoria no Índice de Eficiência Energética.

SUMMARY

The present study falls within the scope of a Masters in Chemical Engineering, branch of Energetic Optimization in Chemical Industry and its broad objective is to conduct an energy audit of a Swimming Pool Complex of the Folgosa Municipality, located in Maia. This study is based upon the Law-Decrees 78, 79 and 80 of April the 4th, 2006 since this institution provides a public service with a floor area over 1000 m², being therefore encompassed in the concept of Great Building Services.

The reason for choosing the Swimming Pool Complex of the Folgosa Municipality is due to the fact that one of the City Hall objectives, more specifically of the maintenance of buildings and structures department, is actually to accomplish the necessary procedures in terms of energetic certification of all public buildings together with the fact that these swimming pools belong to a certain type of public building that presents a complex management control, high-consuming patterns of energy and features a great diversity of equipments.

The agenda and the specific objectives of this study were outlined as follows: to describe this building in terms of energy classification and to optimize the energy consumption, so as to reduce not only the energetic consumption *per se*, but also the CO₂ emissions:

- To conduct an energetic evaluation according to what is stated under the n.º 1 of the article 2th and article 34th of 79/2006 Law-Decree;
- To assess existing conditions of the Heating, Ventilation and Air Conditioning System (HVAC);
- To determine the energetic efficiency of the building

The thesis employed an approach based on an energy audit in which the following steps have been taken into consideration: detailed study of legislation on building certification; audit performance of the actual energy consumptions of the complex (based upon the energy receipts); the functional characteristics and inventory of the all consuming-energy equipment.

The Swimming Pool Complex of the Folgosa Municipality has an average energy consumption over the past three years of about **445969 kWh/year** and **87300 m³** on natural gas, representing a global consumption of primary energy of **174,85 tep/year**.

According to the SCE¹ the Energy Efficiency Index (EEI) is **54,50 kgep/m².year**.

¹ In Portugal, SCE – Sistema de Certificação de Edifícios

As part of the Energy Performance of Buildings Directive, a **Building Energy Rating (BER)** certificate, which is effectively an energy label, required at the point of sale or rental of a building, or on completion of a new building.

Once the EEI determined is bigger than the $EEI_{Real\ value}$, the building must have an Energy Consumption Rationalization Plan (PREn).

It is presented a set of measures aimed at reducing the energy consumption of the building and consequently an improvement in Energy Efficiency Index.

Índice

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	OBJECTIVO.....	5
3.	ENQUADRAMENTO DO TEMA	7
3.1.	Política Energética Nacional.....	7
3.2.	Legislação em vigor.....	9
4.	CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO.....	17
4.1.	Descrição geral.....	17
4.2.	Descrição Arquitectónica.....	18
4.3.	Funcionamento e ocupação do edifício.....	19
4.4.	Sistema de Gestão de Energia.....	20
4.5.	Instalações eléctricas	21
4.5.1.	Alimentação	21
4.5.2.	Distribuição de energia eléctrica.....	22
4.5.3.	Factor de Potência.....	24
4.5.4.	Tarifário.....	24
4.6.	Sistema de iluminação	25
4.6.1.	Iluminação interior	25
4.6.2.	Iluminação exterior	26
4.7.	Climatização	27
4.7.1.	Produção de água fria	29
4.7.2.	Produção de água quente	30
4.7.3.	Climatização/ventilação dos compartimentos.....	33
4.7.3.1.	Desumidificadores.....	33
4.7.3.2.	Unidades de Tratamento de Ar (UTA's e UTAN's)	35
4.7.3.3.	Ventilo convectores.....	36
4.7.3.4.	Ventiladores de extracção.....	36
4.8.	Sistema de AQS	38
4.9.	Tanques de natação (Piscinas).....	38
5.	CONSUMO ENERGÉTICO.....	41
5.1.	Consumo real de energia eléctrica.....	41
5.1.1.	Análise das facturas energéticas.....	41
5.2.	Consumo de gás natural	48
5.3.	Distribuição de custos por tipo de Energia.....	51

6.	CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO NO ÂMBITO DO RSECE.....	53
6.1.	Índice de Eficiência Energética do Edifício	53
6.2.	Cálculo do Índice de Eficiência Energética simplificado	53
7.	MEDIDAS DE MELHORIA PARA O FUNCIONAMENTO DA INSTALAÇÃO.....	55
7.1.	Ligações de recurso em quadros eléctricos de recurso	55
7.2.	Nomenclaturas dos quadros eléctricos incorrectos.....	56
7.3.	Paredes com patologias	56
7.4.	Ventilador de extracção VEP sem espaço para manutenção	56
7.5.	Nave com abertura permanente para a caixa de escadas.....	56
7.6.	Cobertura da nave com evidências de degradação	57
7.7.	Equipamentos de catering existentes no Bar de baixa eficiência energética.....	58
7.8.	Inexistência de isolamento térmico em flanges, válvulas e permutadores	59
7.9.	Má utilização de energia por parte dos diversos responsáveis.....	59
9.	MEDIDAS DE RACIONALIZAÇÃO ENERGÉTICA.....	61
9.1.	Alteração do contrato com a distribuidora eléctrica.....	61
9.2.	Alteração do tarifário	61
9.3.	Instalação de Baterias de Condensadores.....	62
9.4.	Correcção das temperaturas das piscinas e ambiente da nave.....	62
9.5.	Instalação de um sistema solar térmico	62
9.6.	Colocação de coberturas térmicas nos planos de água.....	63
9.7.	Implementação de um sistema de gestão técnica centralizada	63
9.8.	Iluminação interior	64
9.9.	Colocação de isolamento em válvulas, flanges e permutadores	64
10.	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	67
10.1.	Conclusões.....	67
10.2.	Sugestões para futuros trabalhos.....	67
	Bibliografia/Netgrafia	679

Índice de figuras

Figura 1 – Evolução do consumo de energia primária em Portugal 2000 - 2008	7
Figura 2 - Energia eléctrica produzida a partir de fontes de energia renováveis – 2008	8
Figura 3 – Imagem aérea do edifício	17
Figura 4 - Distribuição de ocupantes ao longo do ano de 2009.	20
Figura 5 – Diagrama da rede eléctrica do Complexo Municipal de Piscinas de Folgosa. Erro! Marcador não definido.	22
Figura 6 - Quadro característico do ciclo diário para média tensão	24
Figura 7 – Distribuição de iluminação por tipo de tecnologia.	25
Figura 8 – Iluminação interior.	26
Figura 9 - Iluminação exterior.	27
Figura 10 – Grupo de produção de água gelada – <i>Chiller GAA</i>	29
Figura 11 – Gerador de calor.	31
Figura 12 – Grupos de bombagem.	32
Figura 13 – Desumificador 1	34
Figura 14 – UTA do balneário.	35
Figura 15 – Ventiladores de extracção	36
Figura 16 – Imagem da nave das piscinas.	39
Figura 17 – Consumos de Energia Eléctrica em 2007,2008 e 2009.	42
Figura 18 – Custos mensais de energia eléctrica em 2007, 2008 e 2009.	43
Figura 19 – Consumos totais de energia activa por períodos de facturação.	44
Figura 20 – Custos totais de energia activa por períodos de facturação.	44
Figura 21 – Distribuição relativa de consumos por período para o ano de 2009.	45
Figura 22 – Distribuição relativa de custos por período para o ano de 2009.	45
Figura 23 – Potência contratada e horas de ponta referente ao ano de 2009.	46
Figura 24 – Custos mensais associados à potência contratada e horas de ponta referente a 2009.	46
Figura 25 – Consumo de energia reactiva em 2009.	47
Figura 26 – Custos mensais associados ao consumo de energia reactiva em 2009.	47
Figura 27 – Consumos mensais de gás natural em 2007,2008 e 2009.	48
Figura 28 – Custos mensais de gás natural em 2007,2008 e 2009.	49
Figura 29 – Consumos totais de gás natural 2007,2008 e 2009.	50
Figura 30 – Custos totais de gás natural 2007, 2008 e 2009.	50

Figura 31 – Comparação dos custos mensais de energia por forma de energia em 2009. ...	51
Figura 32 - Desagregação dos custos anuais de energia por forma de energia.....	51
Figura 33 – Ligações de recurso nos quadros eléctricos.	55
Figura 34 – Paredes dos gabinetes com evidências de infiltrações.....	56
Figura 35 – Ligação da nave à caixa de escadas.	57
Figura 36 – Cobertura com evidências de degradação.....	58
Figura 37 – Componentes da rede hidráulica sem isolamento.	64
Figura 38 – Permutador de placas sem isolamento.	65

Índice de tabelas

Tabela 1 - Fases de implementação do SCE	11
Tabela 2 - Âmbito de aplicação RCCTE e RSECE.....	12
Tabela 3 – Periodicidade das auditorias energéticas em função da tipologia dos edifícios	124
Tabela 4 - Periodicidade das auditorias qualidade ar interior em função da tipologia dos edifícios	124
Tabela 5 - Periodicidade de inspecções a caldeiras e equipamentos de ar condicionado...	15
Tabela 6 – Caracterização do Posto de Transformação.	21
Tabela 7 – Caracterização da distribuição eléctrica do complexo Municipal de Piscinas de Folgosa.....	23
Tabela 8 – Características técnicas do <i>Chiller</i> GAA.	30
Tabela 9 - Características técnicas do grupo gerador de calor.	31
Tabela 10 – Características técnicas dos grupos de bombagem.	32
Tabela 11 – Características técnicas dos grupos de bombagem.	32
Tabela 12 – Caracterização dos desumidificadores.	324
Tabela 13 – Caracterização UTA's e UTAN's.....	35
Tabela 14 – Características dos Ventiladores convectores.....	36
Tabela 15 – Características dos ventiladores.....	37
Tabela 16 – Características gerais das piscinas.	38
Tabela 17 – Características dos grupos de bombagem associados às piscinas.	39
Tabela 18 - Caracterização do fornecimento de energia eléctrica ao Complexo Municipal de Piscinas de Folgosa no triénio 2007,2008 e 2009	41
Tabela 19 – Consumo de energia total do edifício 2007,2008 e 2009.....	54

Lista de Siglas e abreviaturas

- ADENE – Agência para a Energia (Entidade Gestora do SCE);
- AQS – Águas Quentes Sanitárias;
- AVAC – Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado;
- C1 – Caldeira 1;
- C2 – Caldeira 2;
- CE – Certificado Energético;
- DCR – Declaração de Conformidade Regulamentar;
- DGEG – Direcção Geral de Energia e Geologia;
- ER – Energia Renovável;
- GAA – Unidade Produção água arrefecida;
- GDA ½ - Grupo de circulação de água apoio ao compressor UDP2;
- GDB ½ - Grupo de circulação água apoio ao compressor UDP1;
- GTC – Gestão Técnica Centralizada;
- IEE – Índice de Eficiência Energética;
- kgep – Quilogramas equivalentes de petróleo;
- MTB – Média Tensão paga em Baixa Tensão;
- PMP – Plano de Manutenção Preventiva;
- PRE – Plano de Racionalização de Energia;
- PT – Posto de transformação;
- QE – Quadro eléctrico.
- QGBT – Quadro Geral de Baixa Tensão;
- RCCTE – Regulamento de Características e Comportamento Térmico de Edifícios;
- RSECE – Regulamento de Sistemas Energéticos e de Climatização de Edifícios;
- SCE – Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior;
- tep – toneladas equivalentes de petróleo;
- U1 – Tensão de entrada (V);

- U2 –Tensão de saída (V);
- UCH – Unidade Climatização zona recepção e bar;
- UDP1 – Unidade Desumidificadora 1;
- UDP2 – Unidade Desumidificadora 2;
- UIB – Unidade de tratamento de Ar balneários;
- UIG – Unidade de tratamento de Ar do ginásio;
- UTA – Unidade de Tratamento de Ar;
- UTAN – Unidade de Tratamento de Ar Novo;
- VCO1 – Ventilador sala 1;
- VCO2 – Ventilador sala 2;
- VCO3 – Ventilador sala 3;
- VE – Ventilador Extracção;
- VEA – Ventilador Extracção Ar gabinetes;
- VEB – Ventilador Extracção Ar balneários;
- VEE – Ventilador Extracção Ar zona bar;
- VEG – Ventilador Extracção Ar ginásio;
- VEP – Ventilador Extracção Ar nave Piscinas de apoio UDP2;
- VES – Ventilador Extracção Ar sanitários;
- VH – Ventilador Extracção Ar zona bar;
- VIC – Ventilador Extracção Ar zona bar;
- VZB – Ventilador Extracção Ar nave Piscinas de apoio UDP1;
- VZT – Ventilador Extracção zona técnica.

1. INTRODUÇÃO

A energia desempenha um papel fundamental em todas as actividades, sendo que durante muito tempo pensou-se que o crescimento, progresso e desenvolvimento socio-económico não podiam ser conseguidos senão à custa de um forte crescimento de energia.

Ao longo do tempo foi-se aprendendo a olhar para a energia como um factor de produção de melhoria da qualidade de vida, que sendo bem gerido, permite produzir o mesmo consumindo menos.

Deste modo, a implementação de uma política de gestão de energia eficiente permite alcançar reduções significativas de consumo em edifícios, infra-estruturas colectivas e transportes, com ou sem recurso à renovação do seu equipamento energético.

Assim, e dado que a redução do consumo de energia nos edifícios é essencial para diminuir a dependência energética de Portugal face ao exterior, bem como para cumprir os compromissos assumidos no âmbito do Protocolo de Quioto, a regulamentação e a certificação energética de edifícios assumem um papel muito importante e fundamental.

O processo de certificação energética de edifícios surge no seguimento da mudança de regulamentação e actualmente é efectuado de acordo com os Decretos-Lei nº 78, 79 e 80 de 4 de Abril de 2006.

A exigência da actual regulamentação ficou totalmente definida em Junho de 2007, data que coincide com a existência dos primeiros Peritos Qualificados (PQ).

Segundo a referida legislação, para os Edifícios novos, os procedimentos actuais podem resumir-se à exigência de uma declaração de conformidade regulamentar (DCR) na fase de projecto e de licenciamento e à emissão do certificado energético (CE) na fase final de obra.

A partir de 1 de Janeiro de 2009 (Portaria 461/2007), entrou em vigor a obrigação da certificação energética e da qualidade do ar interior para todos os edifícios existentes (independentemente da data da sua construção).

A partir dessa data, todos os edifícios de serviços com mais de 1000 m² de área útil de pavimento¹ (500 m² no caso das piscinas cobertas) encontram-se sujeitos a auditorias

¹ Área útil de pavimento: Soma das áreas, medidas em planta de todos os compartimentos de uma fracção autónoma ou edifício, incluindo vestíbulos, circulações internas, instalações sanitárias, arrumos interiores e outros compartimentos de função similar e armários de paredes. Não devem ser incluídos nesta área espaços do tipo garagem, armazéns ou outros espaços que possuam aberturas permanentes para o exterior.

energéticas periódicas com uma periodicidade de 6 anos (nº1 do art. 2º e art. 34º de D.L. 79/2006) e que visam avaliar a sua eficiência energética e verificar a sua conformidade com os consumos máximos previstos em decreto-lei.

Estes, encontram-se ainda sujeitos a auditorias periódicas à qualidade do ar interior (QAI) com uma periodicidade de 2 ou 3 anos (nº1 do art. 2º e nº1 do art. 33º do D.L. 79/2006), de acordo com a tipologia do edifício, que visam garantir condições de conforto ambiente e validação de concentrações de poluentes no interior do edifício de forma a verificar a sua conformidade com os valores máximos legais. Destas avaliações resulta um certificado energético que atribui uma classe energética que poderá ir de A+ (mais eficiente) a G (menos eficiente).

De acordo com o n.º 7 do artigo 9.º do D.L.78/2006, os proprietários dos edifícios são responsáveis pela afixação de cópia do certificado energético, válido, em local acessível e bem visível junto à entrada.

Uma auditoria energética traduz-se por um exame detalhado das condições de utilização de energia de um edifício de modo a identificar e quantificar os fluxos de energia no mesmo (electricidade, combustíveis fósseis, etc.). Esta tem como objectivo caracterizar os sistemas energéticos existentes para a conversão destas formas de energia em energia final, o seu estado de conservação, rendimentos de conversão e respectivos planos de manutenção, verificar se estão satisfeitas as condições de conforto térmico pretendidas, avaliar consumos energéticos específicos de cada utilização final e/ou sector do edifício (iluminação, climatização, ventilação, cozinha, etc.), calcular o consumo nominal específico de energia (IEE) do edifício e identificar medidas de racionalização energética de forma a melhorar o desempenho energético do edifício.

No que respeita à electricidade deverá ser efectuada uma análise aos equipamentos consumidores de forma a obter-se uma caracterização pormenorizada de toda a instalação eléctrica. A desagregação dos consumos assume um papel fundamental na caracterização de uma instalação pois será a única forma de se saber “o que se consome e onde se consome, permitindo obter, além da caracterização dos consumos, um perfil de utilização/ocupação do edifício e detecção de comportamentos desadequados na óptica da utilização racional de energia (Ex. Sistema de AVAC a funcionar fora do horário de funcionamento do edifício, fugas associadas a ar comprimido, consumos de iluminação fora dos horários de ocupação do edifício, entre outros).

Segundo a Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG) (in www.dgge.pt), o consumo de energia nos edifícios tem vindo a aumentar, sendo que este está cada vez mais ligado aos equipamentos de climatização, que passam a ser utilizados durante todo o ano e não só para aquecimento nos meses mais frios. O sistema AVAC representa claramente um dos principais consumidores de energia num edifício, podendo e devendo ser alvo de medidas de racionalização energética.

Também a estes sistemas estão associados a maioria dos problemas ligados à qualidade do ar interior.

Ainda segundo a Direcção Geral de Energia e Geologia (in www.dgge.pt), a iluminação representa cerca de 10 a 20% do total do consumo de electricidade dos países industrializados. No conceito dos edifícios de serviços, este sector poderá representar até 50% do consumo energético global do edifício, pelo que deve ser um dos alvos prioritários de racionalização energética. O uso de equipamentos eficientes, que integrem a iluminação natural e artificial, conduz ao aumento dos níveis de iluminação produzidos, à redução da potência instalada e consequentemente a consideráveis poupanças energéticas.

A todo e qualquer outro equipamento instalado num edifício está associado um consumo energético. Por essa razão todos os sectores representantes de parcelas de consumo de energia significativas tais como a Iluminação exterior ou associada a espaços não úteis, meios de elevação, bombas e ventiladores, bem como outros equipamentos com consumo energético relevante, também não deverão ser descurados numa avaliação energética do edifício.

2. OBJECTIVO

A presente avaliação visa verificar o cumprimento da legislação em vigor no que se refere ao Sistema de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE) e ao Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE), contemplando-se apenas a vertente energética.

As etapas contempladas na elaboração do presente trabalho foram: estudo pormenorizado da legislação em vigor referente à certificação energética de edifícios; caracterização das características funcionais do edifício; determinação dos consumos energéticos (com base nas facturas energéticas); determinação do Índice de Eficiência Energético (IEE) e por último a apresentação de algumas medidas de melhoria e racionalização energética.

3. ENQUADRAMENTO DO TEMA

3.1. Política Energética Nacional

Segundo a DGEG (fonte: www.dgge.pt), *Portugal é um país com escassos recursos energéticos próprios, nomeadamente, aqueles que asseguram a generalidade das necessidades energéticas da maioria dos países desenvolvidos (como o petróleo, o carvão e o gás).*

Tal situação de escassez conduz a uma elevada dependência energética do exterior (segundo a DGEG – 83.3% em 2008), nomeadamente das importações de fontes primárias de origem fóssil.

Assim, a racionalização de energia e a introdução de sistemas energeticamente eficientes são imprescindíveis para o desenvolvimento sustentável em todos os segmentos da sociedade. Importa aumentar a contribuição das energias renováveis: hídrica, eólica, solar, geotérmica, biogás e lenhas e resíduos.

Energia Primária

O gráfico da figura 1 mostra a evolução do consumo de Energia Primária (ktep) em Portugal, no período 2000 -2008.

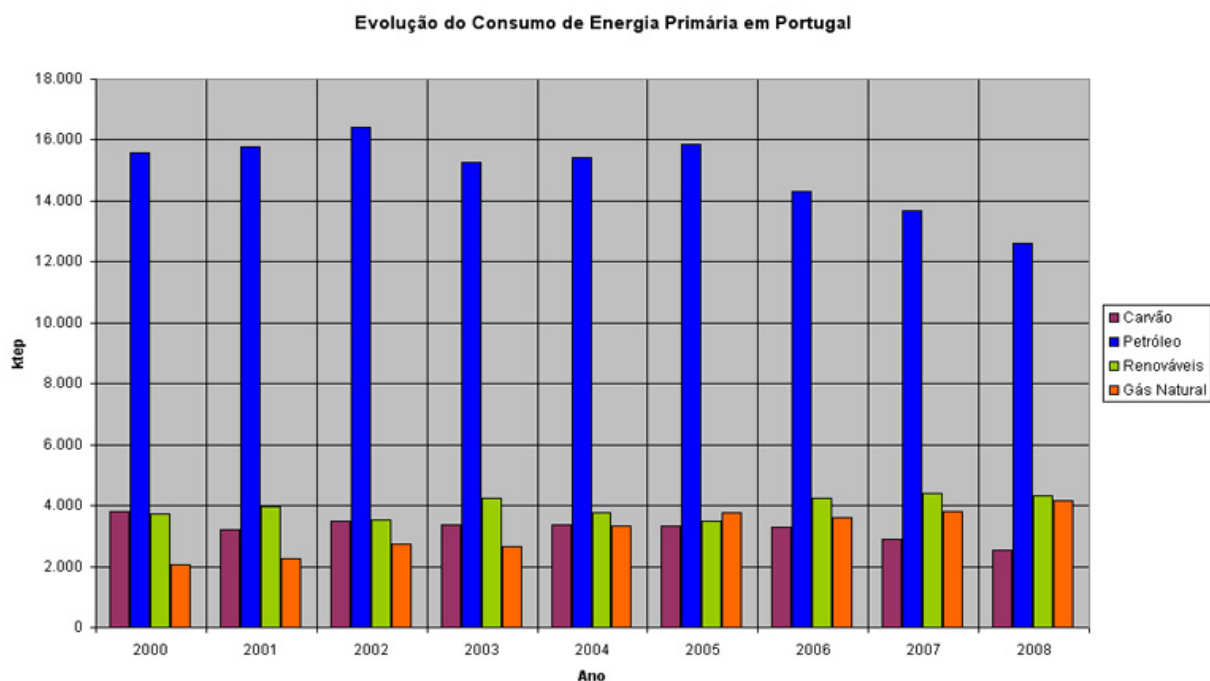


Figura 1 – Evolução do consumo de energia primária (ktep) em Portugal, no período 2000 – 2008 (fonte: www.dgge.pt)

Segundo a DGEG o **petróleo** mantém um papel essencial na estrutura de abastecimento, representando 51,6% do consumo total de energia primária em 2008, contra 53,8% em 2007.

O **gás natural** contribuiu, no último decénio, para diversificar a estrutura da oferta de energia e reduzir a dependência exterior em relação ao petróleo. Manifestou uma evolução positiva no mix energético, representando este combustível, em 2008, 17,0% do total do consumo em energia primária.

O consumo de **carvão**, representou em 2008 cerca de 10,3% do total do consumo de energia primária. Prevê-se uma redução progressiva do peso do carvão na produção de electricidade, devido ao seu impacto nas emissões de CO₂.

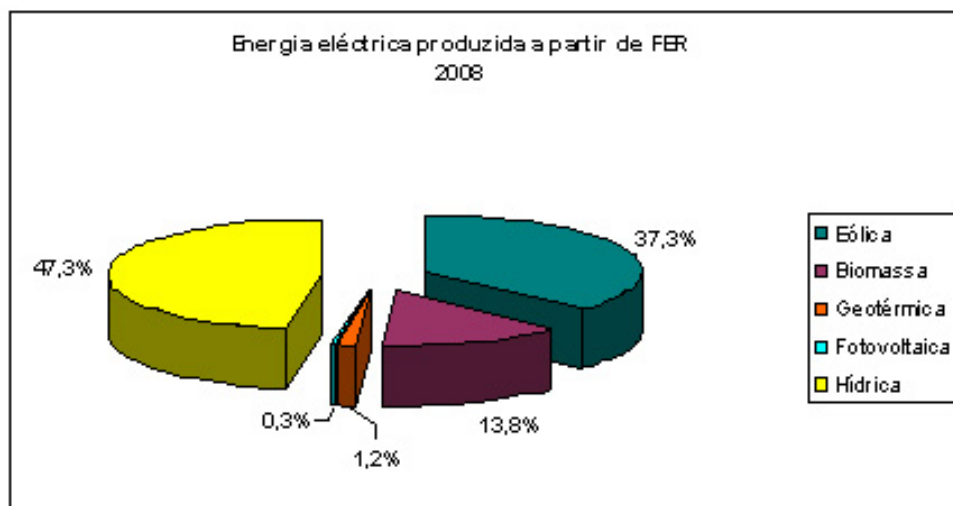


Figura 2 - Energia eléctrica produzida a partir de fontes de energia renováveis – 2008
(fonte: www.dgge.pt)

Em 2008 o contributo das **energias renováveis** no consumo total de energia primária foi de 17,6% contra 17,2% em 2007.

Ainda segundo a DGEG, é manifesto o crescimento da potência instalada em fontes de energia renováveis nos últimos anos para produção de electricidade. Atingiu-se em 2008, 8467,5 MW de potência instalada sendo 4857 MW em hídrica, 492 MW em biomassa, 3030 MW em eólica, 30 MW em geotérmica e 58,5 MW em fotovoltaica. Em 2008 foram produzidos 15419 GWh de energia eléctrica a partir de fontes energia renováveis.

Energia Final

Segundo a mesma fonte, a **Energia Final**, em 2008, atingiu o valor de 18543 ktep, tendo-se verificado uma redução de 0,8% face a 2007. Registou-se uma diminuição do consumo de 2,3% de petróleo e um aumento de 12,1 % de gás natural e de 1,4% em electricidade.

Em 2008, o peso do consumo dos principais sectores de actividade económica relativamente ao consumo final de energia, foi de 29,5% na Indústria, 36,4% nos Transportes, 16,8% no Doméstico, 11,5% nos Serviços e 5,8% nos outros sectores (onde se inclui a Agricultura, Pescas, Construção e Obras Públicas). Constata-se assim uma forte incidência dos sectores de Indústria e Transportes no consumo de energia final.

No sector **doméstico**, assiste-se a uma diminuição do consumo de energia eléctrica por unidade de alojamento (2510 kWh/alojamento em 2008 contra 2611 kWh/alojamento em 2007). Em relação às formas de energia utilizadas, verifica-se uma diminuição nos consumos dos produtos de petróleo e um aumento do gás natural.

Portugal apresentou em 2008 um consumo de energia final per capita de 1,69 tep/habitante. Portugal ainda é um dos países da UE com menor consumo de electricidade per capita - em 2008 foi de 4822 kWh, correspondendo ao 20º lugar dos países europeus. Só Malta, a Bulgária, a Hungria, a Polónia, a Lituânia, a Letónia e a Roménia registaram consumos per capita mais baixos.

Portugal apresentou, em 2008, uma intensidade energética de 136 tep/10⁶ Euros 2000.

As emissões de CO₂ per capita, resultantes de processos de combustão em Portugal foram de 4,94 t CO₂, em 2008.

A intensidade carbónica em Portugal foi em 2008 de 0,43 kg CO₂ / 2000USD.

3.2. Legislação em vigor

O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE) enquadra-se no âmbito da Directiva n.º 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro de 2002, relativa ao desempenho energético dos edifícios.

O Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização nos Edifícios (RSECE – Dec. Lei n.º 79/2006) e o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE – Dec. Lei n.º 80/2006) consubstanciam a actual legislação existente, que enquadra os critérios de conformidade a serem observados nas inspecções a realizar no âmbito do Sistema de Certificação dos Edifícios (SCE – Dec. Lei n.º 78/2006),

estabelecendo para o efeito, os requisitos que devem ser observados relativamente aos seguintes aspectos:

- Eficiência energética;
- Qualidade do ar interior;
- Manutenção e monitorização do funcionamento dos sistemas de climatização;
- Inspeção periódica de caldeiras e equipamentos de ar condicionado;
- Responsabilidade pela condução dos sistemas;

Assim, a certificação energética dos edifícios pretende atingir os seguintes objectivos específicos:

- Informar o utente, potencial proprietário ou locatário de um edifício ou fracção independente, sobre as características térmicas do produto/imóvel que lhe é oferecido, as quais irão influenciar necessariamente os custos de funcionamento de sistemas para manutenção de um ambiente interior confortável;
- Permitir seleccionar entre várias opções disponíveis e decidir na posse de todas as variáveis e informações relevantes;
- Informar o consumidor sobre potenciais medidas que melhorem o desempenho energético do edifício e da respectiva viabilidade económica;
- Informar e sensibilizar os utentes dos edifícios públicos, de maior dimensão, sobre o desempenho energético do edifício, com o objectivo de promover a sua reabilitação energética sempre que necessário.

Na tabela 1 podem-se visualizar as diferentes fases de implementação do SCE definidas na Portaria 461/2007.

Na tabela 2 surge o âmbito de aplicação do RCCTE e RSECE.

Tabela 1 - Fases de implementação do SCE (fonte: Portaria 461/2007, Dec-Lei 78/2006 e 79/2006)

Fase	Finalidade	Estado/ uso	Área útil	Tipologias	Quando
1 de Julho de 2007	Habitação	Edifícios novos Grandes obras reabilitação Instalações de climatização > 25 kW	>1000 m ²	Todos	Pedido de licenciamento, autorização de edificação ou utilização (mesmo os não sujeitos a licenciamento ou autorização)
	Serviços	Edifícios novos Grandes obras de reabilitação Instalações de climatização > 25 kW	>1000 m ²	Todos	
			>500 m ²	Centros Comerciais Supermercados Hipermercados Piscinas cobertas aquecidas	
1 de Julho de 2007	Todos	Edifícios novos Grandes obras reabilitação Instalações de climatização > 25 kW	Todos	Todos	Pedido de licenciamento, autorização de edificação ou utilização (mesmo os não sujeitos a licenciamento ou autorização)
1 de Janeiro de 2009	Habitação	Edifícios novos Grandes obras reabilitação Instalações de climatização > 25 kW	Todos	Todos	Pedido de licenciamento, autorização de edificação ou utilização (mesmo os não sujeitos a licenciamento ou autorização)
		Edifícios existentes	Todos	Todos	Celebração de contratos de venda e de locação (incluindo arrendamento)
	Serviços	Edifícios novos Grandes obras reabilitação Instalações de climatização > 25 kW	Todos	Todos	Pedido de licenciamento, autorização de edificação ou utilização (mesmo os não sujeitos a licenciamento ou autorização)
		Edifícios existentes	>=1000 m ²	Todos	Automaticamente a partir de 1 de Janeiro de 2009
			>=500 m ²	Centros Comerciais Supermercados Hipermercados Piscinas cobertas aquecidas	Automaticamente a partir de 1 de Janeiro de 2009
			<500 m ²	Todos	Celebração de contratos de venda e de locação (incluindo arrendamento)
Exclusões do SCE	Edifícios para fins industriais, afectos ao processo de produção Garagens, armazéns, oficinas e edifícios agrícolas não residenciais, não climatizados Intervenções de remodelação, recuperação e ampliação de edifícios e zonas históricas ou em edifícios classificados Infraestruturas militares e imóveis afectos ao sistema de informações ou a forças de segurança que se encontrem sujeitos a regras de controlo e confidencialidade				

Tabela 2 - Âmbito de aplicação do RCCTE e do RSECE (fonte: Dec-Lei 79/2006 e 80/2006)

Finalidade	Estado/ uso	Área útil	Potência para climatização instalada	Regulamentação	
Habitação	Edifícios novos Grandes obras de reabilitação	Todos	P > 25 kW	RSECE	
			Sem sistemas de climatização	RCCTE	
	Existentes	Todos	P > 25 kW	RSECE	
			Sem sistemas de climatização	RCCTE	
Serviços	Edifícios novos Grandes obras de reabilitação	Todos	P > 25 kW	RSECE	
			Sem sistemas de climatização	RCCTE	
	Existentes	≥1000 m ² ≥500 m ² e Centros Comerciais Supermercados Hipermercados Piscinas cobertas aquecidas	Todos		RSECE
			≤500 m ²	Sem sistema climatização	RCCTE
Todos	Novos sistemas de climatização	Todos	P > 25 kW	RSECE	
Exclusões	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estão excluídos da regulamentação, edifícios ou fracções autónomas destinados a serviços, a construir ou renovar, que pelas suas características de utilização, se destinem a permanecer frequentemente abertos ao contacto com o exterior e não sejam aquecidos nem climatizados <ul style="list-style-type: none"> ➤ Edifícios para fins industriais, afectos ao processo de produção ➤ Garagens, armazéns, oficinas e edifícios agrícolas não residenciais, não climatizados ➤ Intervenções de remodelação, recuperação e ampliação de edifícios e zonas históricas ou em edifícios classificados ➤ Infraestruturas militares e imóveis afectos ao sistema de informações ou a forças de segurança que se encontrem sujeitos a regras de controlo e confidencialidade 				

A certificação energética e da qualidade do ar interior dos edifícios exige meios humanos qualificados e independentes, nomeadamente nos serviços de projecto, instalação e manutenção, necessários à elaboração das auditorias necessárias.

Segundo os Dec-Lei 78/2006, 79/2006 e 80/2006, o processo de certificação envolve a actuação de um perito qualificado que:

- Verifica a conformidade regulamentar do edifício (RCCTE e/ou RSECE)
- Classifica o edifício de acordo com o desempenho energético com base numa escala de A+ (melhor desempenho) a G (pior desempenho)

- Avalia a qualidade do ar interior
- Propõe medidas de melhoria para o desempenho energético e/ou qualidade do ar interior
- Em resultado da análise, emite:
 1. Declaração de conformidade regulamentar (DCR) necessária com o pedido de licença de construção (com base nos elementos do projecto)
 2. Certificado energético e da qualidade do ar interior (CE) necessário para o pedido de licença de utilização ou, no caso de edifícios existentes, para venda ou aluguer do imóvel (com base em evidências no edifício)
- Verifica e/ou realiza inspecções periódicas a caldeiras e a sistemas e equipamentos de ar condicionado, nos termos dos regulamentos

O certificado energético tem validade de 10 anos para edifícios sujeitos ao RCCTE e para os edifícios sujeitos ao RSECE será válido até à data em que edifício for sujeito a uma nova auditoria à qualidade do ar interior ou a uma nova auditoria energética.

O RSECE informa sobre a obrigatoriedade de afixar cópia de certificado energético e da qualidade do ar interior, válido, em local acessível e bem visível junto à entrada (art. 9º, Dec. Lei 78/2006).

Este regulamento obriga ao cumprimento de um conjunto de Requisitos Energéticos e de QAI, bem como à implementação do Plano de Manutenção Preventiva sobre os sistemas energéticos de climatização.

O RSECE obriga ainda à existência de um Técnico Responsável de funcionamento dos sistemas energéticos de climatização, incluindo a sua manutenção, e pela QAI.

O RSECE estabelece que a instalação e manutenção de sistemas de climatização e de QAI seja realizada por técnicos credenciados e habilitados para o efeito e inseridos em empresas de instalação e manutenção dos mesmos sistemas, devidamente habilitadas pelo IMOPPI (Instituto dos Mercados de Obras Públicas e Particulares e do Imobiliário).

A legislação implica a existência de um certificado de eficiência energética com classificação de desempenho energético atribuída.

Após a obtenção do primeiro certificado, o edifício será alvo de auditorias periódicas (energéticas e qualidade do ar Interior), sendo analisados os consumos energéticos e os parâmetros mínimos da qualidade do ar interior, definidos no Decreto-Lei 79-2006 de 4 de Abril.

Na tabela 3 apresenta-se a periodicidade da realização das auditorias para as diferentes tipologias de edifícios, bem como os objectivos correspondentes.

Tabela 3 - Periodicidade e objectivos das auditorias energéticas em função da tipologia dos edifícios (fonte: Dec-Lei 79/2006)

	Áreas	Auditorias	Objectivo
Edifícios novos	$\geq 1000 \text{ m}^2$	1ª auditoria: 3 anos após efectivo funcionamento do edifício	Confirmar desempenho energético Se se confirma, passam a edifícios existentes
	$\geq 500 \text{ m}^2$ e Centros Comerciais Supermercados Hipermercados Piscinas cobertas aquecidas		
Edifícios existentes	$\geq 1000 \text{ m}^2$	6 / 6 anos	Confirmar desempenho energético
	$\geq 500 \text{ m}^2$ e Centros Comerciais Supermercados Hipermercados Piscinas cobertas aquecidas		

Na tabela 4 surge a periodicidade da realização das auditorias à qualidade de ar interior para as diferentes tipologias de edifícios.

Tabela 4 - Periodicidade das auditorias à qualidade de ar interior em função da tipologia dos edifícios (fonte: Dec-Lei 79/2006)

Critério de aplicação	Tipologias	Periodicidade	
Edifícios novos	$\geq 1000 \text{ m}^2$	1ª auditoria: 3 anos após efectivo funcionamento do edifício	Confirmar desempenho energético Se se confirma, passam a edifícios existentes
	$\geq 500 \text{ m}^2$ e Centros Comerciais Supermercados Hipermercados Piscinas cobertas aquecidas		
Todos os edifícios existentes abrangidos pelo RSECE	Estabelecimentos de ensino ou qualquer tipo de formação Centros desportivos e de lazer Creches, infantários e instituições ou estabelecimentos para permanência de crianças Centros de idosos, lares e equiparados Hospitais, clínicas e similares	2 / 2 anos	
	Edifícios ou locais que alberguem actividades: Comerciais Serviços Turismo Transportes Culturais Escritórios e similares	3 / 3 anos	
	Restantes edifícios	6 / 6 anos	

Na tabela 5 surge a periodicidade da realização de inspeções a caldeiras e equipamentos de ar condicionado para todas as tipologias de edifícios.

Tabela 5 - Periodicidade de inspeções a caldeiras e equipamentos de ar condicionado (fonte: Dec-Lei 79/2006)

	Equipamento		1ª Inspeção	Periodicidade
	Potência útil	Combustível		
Caldeiras	20–100 kW	líquido/sólido	15 anos após funcionamento ou 3 anos após entrada em vigor deste regulamento para edifícios (1 de Julho de 2006) com 15 anos de idade	6 / 6 anos
	>100 kW	líquido/sólido não renovável		2 / 2 anos
		gasoso		3 / 3 anos
	>500 kW	líquido/sólido não renovável		1 / 1 anos
		gasoso		2 / 2 anos
	AC	12 kW < 100 kW		
>100 kW			1 / 1 anos	

Assim, e para o caso em estudo, a realização de uma auditoria energética com emissão de certificado energético passou a ser obrigatória a partir de Janeiro 2009 e, após a primeira auditoria, deverá ser confirmado o desempenho energético a cada seis anos.

4. CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO

4.1. Descrição geral

O Complexo Municipal de Piscinas de Folgosa foi inaugurado em 18 de Novembro de 2001 e surge no seguimento de uma orientação estratégica, que encontra no Desporto um meio de intervenção sócio - político importante, e como agente dinamizador do desenvolvimento da Sociedade Territorial Municipal, nomeadamente ao nível da qualidade de vida, cultura, educação e coesão sócio - económica.

Tem como missão prestar serviços, no âmbito da prática de actividades desportivas aquáticas, através da **gestão e coordenação dos recursos** a si afectos, **valorizando as pessoas, trabalho de equipa e serviço público**, contribuindo dessa forma para a melhoria dos mesmos e consequentemente da **qualidade de vida** dos seus utilizadores.

Localiza-se na Ilhargá à Rua Doutor Domingos Ramos Paiva, Concelho da Maia, a uma altitude de 150 m e uma distância à costa de 15 km, inserido na seguinte zona climática (fonte: Dec-Lei 80/2006)

- Zona climática: I₂-V₁;
- N.º de graus dia: 1670 °C.dias;
- Duração da estação de aquecimento: 7 meses;
- Temperatura média exterior na estação de arrefecimento: 19°C.

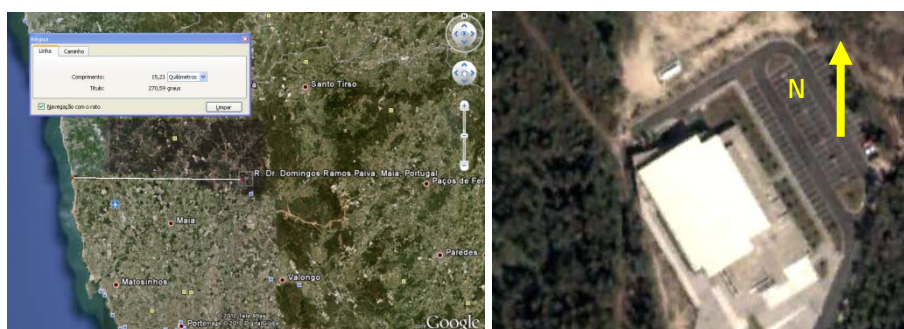


Figura 3 – Imagem aérea do edifício (<http://maps.google.pt>)

4.2. Descrição Arquitectónica

O Complexo Municipal de Piscinas é constituído por um “edifício principal”, onde constam os tanques de natação e o correspondente piso técnico e por dois “edifícios secundários” que lhe servem de apoio. Destes, um comporta a zona administrativa (secretaria, recepção, gabinetes de direcção) e de lazer e convívio (bar), enquanto que no outro se localizam os balneários e vestiários e ainda um ginásio sob a bancada.

O edifício possui a fachada principal orientada a sul, sendo a envolvente exterior do edifício de cor clara. Este é constituído por uma única fracção autónoma e desenvolve-se em três pisos com a integração vertical a ser realizada através de escadas e através de uma rampa de acesso que efectua a respectiva ligação dos dois pisos superiores.

Possui dois tanques cobertos e aquecidos que permitem a iniciação, a aprendizagem e a prática da natação durante todo o ano, sendo sempre objectivo de funcionamento a utilização repartida por vários grupos de utentes (público em geral, escolas, clubes e outros grupos). A estrutura interna das instalações contempla a articulação das diferentes áreas de apoio, distinguindo a circulação de atletas ou banhistas de pé calçado ou pé descalço, e a do visitante ou eventual espectador.

O acesso às instalações é feito fundamentalmente pelo grande hall ao nível do piso 2, que faz a distribuição para os circuitos independentes, conforme o seu destino e que garante o relacionamento entre os outros pisos. O acesso de deficientes pelo exterior pode ser directo ou através de uma rampa.

Embora a movimentação dos utentes sistemáticos das instalações se faça exclusivamente pelo piso 2, a estrutura desenvolve-se em três pisos: piso 0 – zona das máquinas e manutenção; piso 1 – tanques de natação e respectivas áreas de apoio e piso 2 – área de público, zonas administrativas e ginásio.

O piso 0 é constituído pela zona técnica onde se encontram a maioria dos equipamentos responsáveis pelo tratamento do ar ambiente, águas quentes sanitárias (AQS) e tratamento de água das piscinas. É também a este nível que se encontram as caldeiras, unidades de tratamento ar novo (UTANs), grupos de bombagem, desumidificadores, filtros, posto de transformação (PT), quadro geral de baixa tensão (QGBT) e tanques de compensação.

O acesso de utentes à zona de balneário e ginásio é feito a partir da entrada de atletas, que comunica directamente pelo grande átrio do público, que também permite o acesso de espectadores à área de bancada, de bar e área administrativa.

A partir do grande átrio os utentes passam pelo balcão da recepção, que os conduz aos diferentes balneários, consoante se trate de homens, senhoras ou crianças. À mesma cota destes e paralelamente encontram-se os dois tanques aquecidos, um de aprendizagem (7,00 m X 12,50 m) e outro de competição (16,70 m X 25,00 m). Ainda neste piso desenvolvem-se os balneários para monitores, posto médico e arrecadações.

A zona de público localiza-se no piso 2, sendo o acesso efectuado directamente a partir do grande átrio.

Ao nível do piso 2, as instalações dispõem de um sector administrativo com balcão de atendimento e secretaria, complementados com três salas para a direcção e respectivo secretariado.

4.3. Funcionamento e ocupação do edifício

O edifício encontra-se dividido em:

- Ginásio;
- Nave Piscinas;
- Gabinetes administrativos;
- Bar.

e possui o seguinte horário:

- Segunda a Sexta: 08:00 às 22:00 h
- Sábado: 08:00 às 20:00 h
- Domingo: 09:00 às 13:00 h

Na figura 4 encontra-se representada a ocupação da piscina ao longo do ano de 2009 e que resultou num total de **64421 Utentes**.

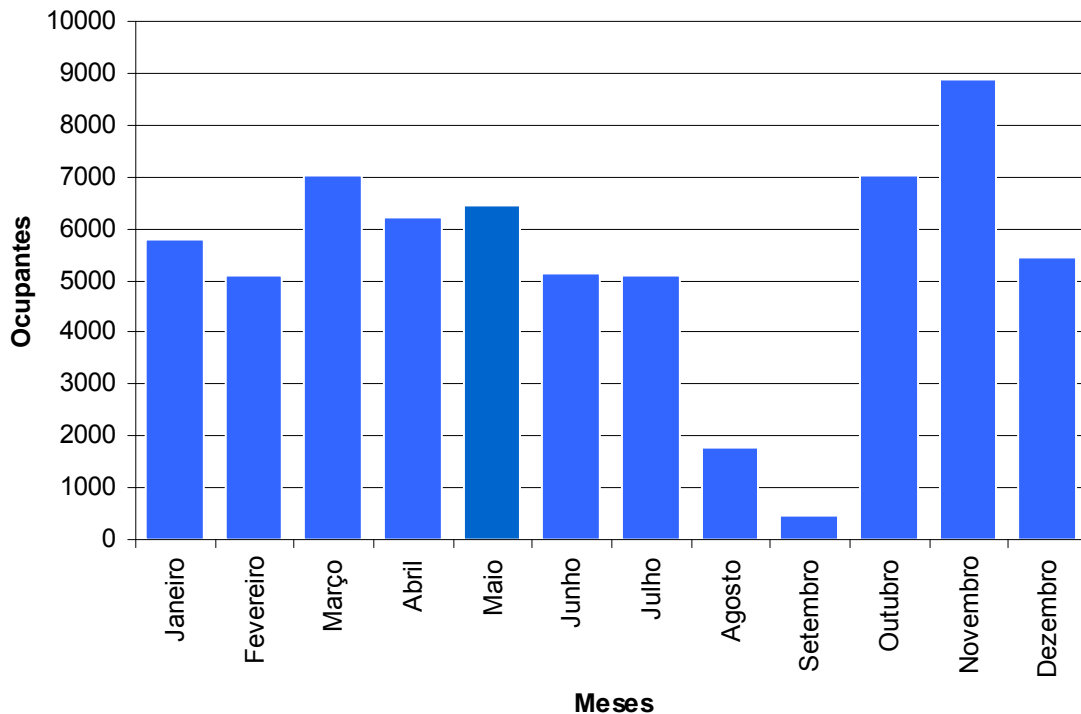


Figura 4 - Distribuição de ocupantes ao longo do ano de 2009

4.4. Sistema de Gestão de Energia

Actualmente não existe uma contabilização dos principais consumos de energia devido à inexistência de contadores parciais de energia eléctrica, o que impossibilita uma análise detalhada dos mesmos.

O presente complexo desportivo não dispõe de qualquer sistema de gestão técnica centralizado (GTC), existindo apenas um controlador horário de funcionamento dos equipamentos de climatização (UTA's e VE's) situado no quadro eléctrico das instalações mecânicas (QIM 2).

Os restantes equipamentos integrados no presente edifício não possuem qualquer controlo horário sendo a sua actuação, na sua maioria, realizada nos quadros eléctricos.

4.5. Instalações eléctricas

A alimentação de energia eléctrica, em baixa tensão, é feita através de um quadro geral de baixa tensão (QGBT) do posto de Transformação privativo do Complexo.

Existem as seguintes instalações eléctricas:

- Posto de transformação;
- Instalações de alimentação e distribuição de energia;
- Sistema de protecção de pessoas;
- Rosetas e caixas para ligação de aparelhos;
- Tomadas trifásicas;
- Tomadas de uso geral;
- Central telefónica;
- Central de detecção de incêndios;
- Iluminação de interiores;
- Iluminação de emergência;
- Sinalização de saída.

4.5.1. Alimentação

O presente complexo é alimentado pela rede de distribuição de Média Tensão da EDP em 15 kV, através de um Posto de Seccionamento e Transformação com um transformador de 250 kVA. Na tabela 6 surge a caracterização do posto de transformação existente.

Tabela 6 – Caracterização do Posto de Transformação

S [kVA]	U1 [V]	U2 [V]	Marca	Tipo	Ano
250	15000	400	Efacec	Seco Capsulado	2001

4.5.2. Distribuição de energia eléctrica

A distribuição de energia eléctrica aos vários quadros parciais, é efectuada em baixa tensão (230/400 V) a partir de um Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), alimentando este um quadro geral (QGE) localizado no Piso 2.

Do quadro geral localizado no piso 2 derivam duas ligações a um quadro parcial destinado a iluminação das zonas comuns (Q ILUMINAÇÃO) e a um quadro geral de distribuição aos restantes quadros parciais (QG 1.1).

Da derivação ao QG 1.1, surgem ainda as diversas alimentações associadas aos quadros parciais de pisos (Q P0, Q P1 e QP P2) e ao quadro parcial associado ao bar (QP BAR).

Do quadro do piso 0 (Q P0) é efectuada uma derivação para os três quadros parciais que alimentam os equipamentos associados às instalações mecânicas (QIM 1, QIM 2 e QIM 3).

Associado ao quadro do piso 1 (Q P1) encontra-se o quadro parcial QP P1 onde se encontram os circuitos de iluminação dos vestiários e balneários de apoio à piscina, bem como a iluminação dos acessos e circulação na nave.

O diagrama representado na figura 5 sintetiza a distribuição dos quadros eléctricos constituintes da instalação eléctrica.

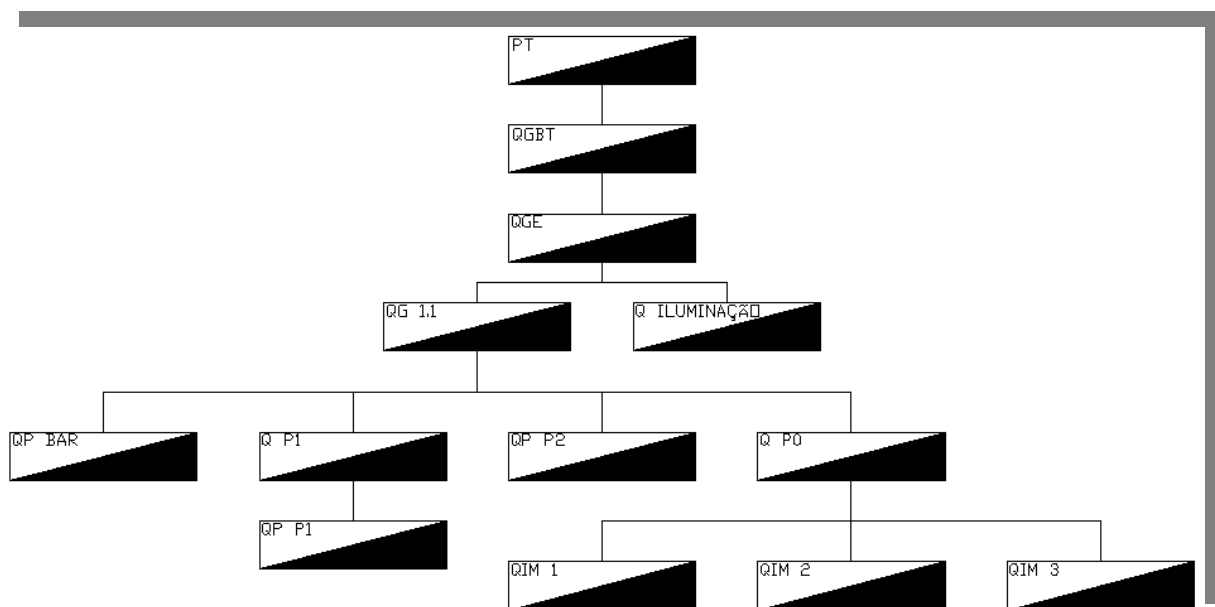


Figura 5 – Diagrama da rede eléctrica do Complexo Municipal de Piscinas de Folgosa

Na tabela 7 encontram-se caracterizados os diferentes quadros eléctricos existentes.

Tabela 7 – Caracterização da distribuição eléctrica do complexo Municipal de Piscinas de Folgosa

	DESCRIÇÃO	Potência instalada (kVA)	Intensidade de serviço (A)
QGBT	Quadro geral de baixa tensão		
QGE	Quadro geral de entrada, alimentado a partir do QGBT		
QG 1.1	Quadro alimentado pelo QGE		
Q P0	Quadro do piso 0, alimentado pelo QG 1.1/QGE		
Q P1	Quadro do piso 1, alimentado pelo QG 1.1/QGE	40	61
QP P2	Quadro do piso 2, alimentado pelo QG 1.1/QGE	35	53
QP BAR	Quadro da cozinha e bar, alimentado pelo QG 1.1/QGE	20	30
QP P1	Quadro parcial do piso 1	15	23
QIM 1	Quadro parcial de instalações mecânicas instalado na galeria técnica	40	61
QIM 2	Quadro parcial de instalações mecânicas instalado na galeria técnica	30	46
QIM 3	Quadro parcial de instalações mecânicas instalado na galeria técnica	50	76

4.5.3. Factor de Potência

A compensação do factor de potência ($\cos\phi$) não é efectuada no edifício, o que se traduz num consumo de energia reactiva e consequentemente num aumento dos custos de energia eléctrica.

Pela análise das facturas energéticas é possível verificar que a inexistência de baterias de condensadores implicam um custo médio mensal de 300 €/mês que se traduz pelo pagamento da energia reactiva.

4.5.4. Tarifário

Actualmente, o edifício em estudo possui um contrato de fornecimento de energia eléctrica com a EDP – Serviço Universal, pertencente ao SEP (Sistema Eléctrico Público), com um tarifário MTB – Longas Utilizações – Tetra Horário, com ciclo diário.

A análise aos consumos de energia eléctrica e respectivo enquadramento dos mesmos nas diversas soluções existentes no mercado poderá levar a reduções significativas nos custos associados às facturas energéticas.

No quadro da figura 6 encontra-se caracterizado em termos de horários o ciclo diário de média tensão.

Ciclo diário transitório para MAT, AT e MT em Portugal Continental			
Período de hora legal de Inverno		Período de hora legal de Verão	
Ponta:	09.30/11.30 h 19.00/21.00 h	Ponta:	10.30/12.30 h 20.00/22.00 h
Cheias:	08.00/09.30 h 11.30/19.00 h 21.00/22.00 h	Cheias:	09.00/10.30 h 12.30/20.00 h 22.00/23.00 h
Vazio normal:	22.00/02.00 h 06.00/08.00 h	Vazio normal:	23.00/02.00 h 06.00/09.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h

Figura 6: Quadro característico do ciclo diário para média tensão (*fonte: <http://www.erse.pt>*)

4.6. Sistema de iluminação

A iluminação do edifício é feita através do recurso a sistemas de Iluminação artificial (interior e exterior) e natural, caracterizando-se estes sistemas nos pontos seguintes.

4.6.1. Iluminação interior

A iluminação interior do edifício contempla a iluminação dos gabinetes, circulações internas, átrio, bar, instalações sanitárias, balneários, vestiários, ginásio e nave, sendo obtida através da combinação de luz natural difundida através dos envidraçados, e luz artificial a partir das luminárias existentes.

Esta é garantida essencialmente por intermédio de lâmpadas fluorescentes tubulares e compactas, lâmpadas de vapor de mercúrio e lâmpadas de iodetos metálicos e cuja distribuição percentual se encontra representada na figura 7.

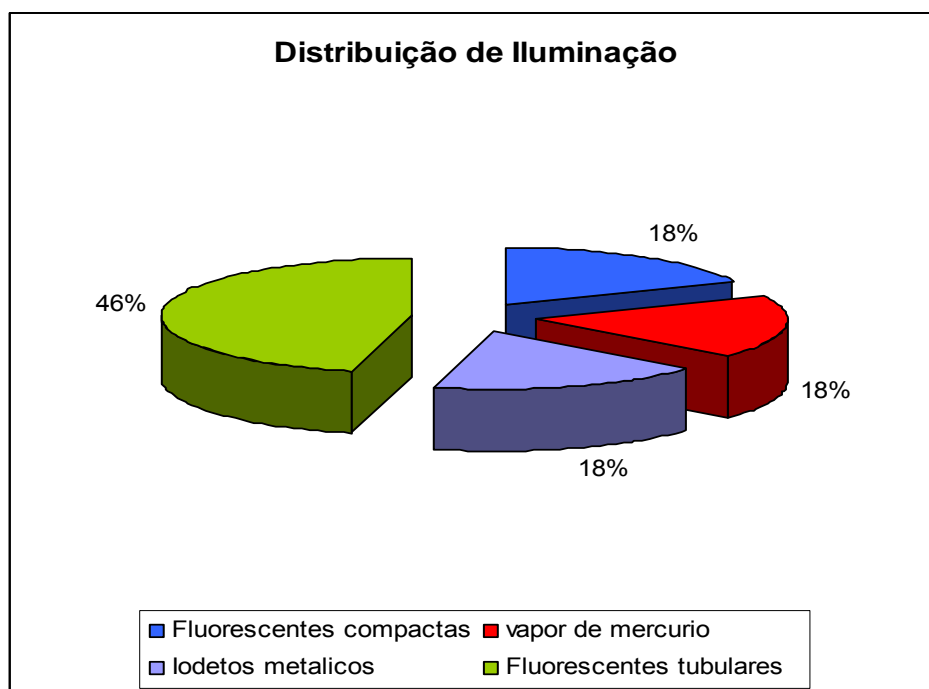


Figura 7 – Distribuição de iluminação por tipo de tecnologia

A figura 8 apresenta os diferentes tipos de iluminação interior instalados.



Figura 8 – Iluminação interior

4.6.2. Iluminação exterior

A iluminação exterior nas fachadas do edifício é garantida com recurso a lâmpadas fluorescentes compactas. Este circuito encontra-se ligado a um controlador horário instalado no quadro parcial (Q ILUMINAÇÃO) que está programado para funcionar nos seguintes períodos:

Inverno: entre as 17h30 e 6h30 h

Verão: entre as 20h30 e 6h30 h

Será de referir que esta iluminação não se encontra em funcionamento devido a problemas técnicos e encontra-se exemplificada na figura 9.



Figura 9 - Iluminação exterior

4.7. Climatização

A climatização visa dotar os vários espaços que integram o Complexo de condições de qualidade de ar ambiente, tendo como referência os valores dos parâmetros de conforto, considerados como os indicados pelas entidades sanitárias oficiais.

A cada espaço, consoante a exigência de utilização, corresponde um sistema de climatização autónomo. Cada unidade de tratamento de ar possui, em by-pass e no respectivo ramal, válvulas motorizadas de três vias que regulam automaticamente a potência a fornecer em função das necessidades de reposição em cada instante.

O sistema de climatização da nave das piscinas inclui duas unidades, tipo bomba de calor, **UDP1 e UDP2**, dimensionadas para as necessidades de desumidificação e aquecimento do ar desta nave. Estas são controladas directamente através de sondas colocadas no retorno de ar de cada unidade, sendo também dotadas de baterias de aquecimento suplementar que são servidas pelos respectivos circuitos primários de água quente, proveniente das caldeiras. Estas unidades recuperam parte da energia gasta em função da desumidificação, cedendo-a de novo ao ar insuflado.

Por sua vez, o arrefecimento dos compressores é realizado através dos circuitos hidráulicos com grupos circuladores próprios, **GDA1/2 e GDB1/2**, cedendo energia térmica à água ao nível dos tanques de compensação. No topo da nave, sobre as bancadas, está instalada uma rede de condutas e grelhas, servidas pela **UDP1** (extração de ar realizada pelo

ventilador **VZB**), que faz o tratamento e renovação do ar, funcionando como complemento da unidade desumidificadora principal, **UDP2**. Esta serve um conjunto de condutas de insuflação e retorno que garantem um eficaz tratamento, com adequada renovação do ar em todo o espaço de influência próxima das piscinas (a correspondente extracção é assegurada pelo ventilador **VEP**).

Segundo dados do projecto, as unidades desumidificadoras correspondem a unidades monobloco, compactas, com todos os seus componentes montados em estrutura rígida com painéis fixos ou amovíveis, de acordo com as condições e necessidades de acesso aos seus componentes internos. Possuem secções de filtração, do tipo lavável e de eficiência nominal não inferior a 90%. Possuem tabuleiros de condensados em aço inoxidável, instalado com esgoto sifonado, com altura líquida do sifão de 15 cm (manter o diferencial de pressão total externa do ventilador). Possuem baterias de arrefecimento e de aquecimento em tubo de cobre sem costura, com alhetas de alumínio. O grupo ventilador é centrífugo, de baixa pressão e de baixo nível de ruído, com rotor em chapa de aço galvanizada. Os motores são blindados, trifásicos com funcionamento a 1500 rpm. As transmissões são do tipo indirecto por polias e correias trapezoidais. Estas unidades possuem dois circuitos frigogéneos independentes com os respectivos compressores, com a capacidade de arrefecimento total distribuída por dois escalões, equipados com todos acessórios, dispositivos de segurança inerentes ao seu funcionamento normal. O funcionamento processa-se mediante o controlo ou regulação directa da temperatura e humidade relativa do ar por meio de sondas instaladas na conduta de retorno.

A zona de recepção e bar são tratados por uma unidade de climatização completa de funcionamento autónomo (**UCH**). Esta unidade desempenha funções de renovação e filtração do ar de insuflação, aquecimento e arrefecimento ambiente, controlo da temperatura e do valor máximo da humidade relativa do ar ambiente e ventilação simples. Esta unidade integra uma bateria de aquecimento e uma outra de arrefecimento, servidas pelos respectivos circuitos hidráulicos, cujas potências térmicas são fornecidas a partir das caldeiras (**C1 e C2**) e de um Chiller (**GAA**), instalado na cobertura exterior.

Na zona dos balneários existe um sistema de termoventilação constituído por uma unidade de tratamento de ar novo completa (**UIB**) e respectivo ventilador de extracção (**VEB**) de funcionamento autónomo e com programação horária, que garante a renovação adequada de ar ambiente e com a correcção necessária de temperatura.

O ginásio possui uma unidade de ar novo completa e de funcionamento autónomo e automático (**UIG**) e respectivo ventilador de extracção (**VEG**).

Nas salas e gabinetes existem unidades terminais, ventilo - convectores (**VC01**, **VC02** e **VC03**) em sistema a quatro tubos alimentando as respectivas baterias de aquecimento e arrefecimento. As necessidades de carga térmica são asseguradas por ventilo - convectores individuais com possibilidade de controlo termo estático local. A renovação de ar é assegurada por indução, realizando-se a sua extracção mecânica ao nível do tecto falso.

No que respeita à galeria técnica, existe um ventilador e respectivo sistema de condutas com extracção de ar nos pontos mais sensíveis, de forma a promover uma renovação do ar, combatendo os eventuais índices elevados de humidade relativa interior e os efeitos nefastos de condensações. O ar de compensação é admitido por indução através da porta de entrada deste espaço (em chapa com grelhas).

Na central térmica existe uma ventilação natural para responder às necessidades de ar de combustão, bem como para ventilar o próprio espaço.

4.7.1. Produção de água fria

O chiller (**GAA**) é uma unidade do tipo compacto para produção de água arrefecida destinada à unidade **UCH** da recepção e aos ventilo – convectores, marca CIAT, **VC01**, **VC02** e **VC03** das salas/gabinetes. É arrefecida a ar por meio de um ventilador axial de baixo nível de ruído. Possui um grupo compressor e um circuito frigorígeno.



Figura 10 – Grupo de produção de água gelada – Chiller GAA

As características que constam neste equipamento surgem na tabela 8.

Tabela 8 – Características técnicas do *Chiller* GAA

Designação	GAA
Marca	CIATESA
Modelo	RWB - 120
Potência consumida [kW]	11,42
Potência térmica [kW]	24,4
Compressor	Hermético de Pistão
Fluido frigoregêneo	R 22
Fonte de energia	Electricidade
Ano de construção	2001

4.7.2. Produção de água quente

A central térmica é constituída por duas caldeiras de queima a gás (**C1 e C2**) realizada em câmara de combustão pressurizada, equipadas com queimador mecânico. Estão destinadas à produção de água quente para valores máximos de temperatura de 95 °C e pressão máxima (timbre) de 4,5 bar. Cada caldeira possui válvula de segurança no lado da água com o timbre regulado para 4 bar e fluxostato de segurança no queimador, para desligar a alimentação eléctrica se detectado um caudal igual ou inferior ao mínimo admissível, definido em função da potência da caldeira e do diferencial das temperaturas da água de 30 °C.

Na tabela 9 surgem as características das caldeiras de água quente.

Tabela 9 - Características técnicas do grupo gerador de calor

Designação	C1 e C2
Fim	AVAC e AQS
Marca	Lamborghini
Modelo	Mega prex 400
Potência consumida	442 kW
Potência térmica	407 kW
Tipo de combustível	Gás Natural
Número de escalões	2
Quantidades	2
Ano de construção	2001

**Figura 11** – Gerador de calor

A distribuição de água aquecida às diversas finalidades é realizada por um único circuito que alimenta um colector geral de distribuição de água quente pelos diversos equipamentos. Cada grupo de bombagem é constituído por duas bombas, funcionando em alternância, não possuindo variação de frequência.

Nas tabelas 10 e 11, encontram-se caracterizados os grupos de bombagem por circuito.

Tabela 10 – Características técnicas dos grupos de bombagem

Identificação do circuito	Caldeira / Permutador AQS	Caldeira / Colector [UDP1; UIB; UIG]	Caldeira / UDP2
Designação	GCA (1 e 2)	GCB (1 e 2)	GCC (1 e 2)
Marca	Willo		
Modelo	DPL 65/115 – 1.5/2	DPL 50/115 – 0.75/2	DPL 65/115 – 1.5/2
Quantidade	2	2	2
Caudal [m³/h]	27,4	11,9	27,4
Potência [kW]	1,5	0,8	1,5

Tabela 11 – Características técnicas dos grupos de bombagem

Identificação do circuito	Caldeira / Piscina	AQS de Retorno	Caldeira / Depósito AQS
Designação	GCD (1 e 2)	GR (1 e 2)	GCE (1 e 2)
Marca	Willo		
Modelo	DPL 80/115 – 2.2/2	Z 40	Z 40
Quantidade	2	2	2
Caudal [m³/h]	38 m ³ /h	6 m ³ /h	6 m ³ /h
Potência [kW]	2,2 kW	0,32 kW	0,32 kW



Figura 12 – Grupos de bombagem

4.7.3. Climatização/ventilação dos compartimentos

A climatização/ventilação dos espaços é efectuada com recurso aos seguintes tipos de sistemas:

- Desumidificadores;
- Unidades de Tratamento de Ar (UTA's e UTAN's);
- Ventiloconvectores;
- Ventiladores de extracção.

4.7.3.1. Desumidificadores

O ambiente da nave da piscina é essencialmente dominado pela elevada carga latente resultante da evaporação da água das piscinas. Devido a este facto, existe uma elevada necessidade de desumidificação do ar ambiente da nave, encontrando-se este espaço climatizado com recurso a duas unidades desumificadoras.

As unidades desumificadoras removem a humidade do ar, fazendo passar o ar de retorno num permutador a baixa temperatura (unidade evaporadora do circuito frigorífico).

Estas unidades são compostas por dois circuitos frigoríficos distintos:

- Um com uma unidade condensadora a ar posicionada imediatamente a seguir à unidade evaporadora que permite reaquecer o ar de retorno à sua temperatura de entrada no desumidificador;
- E outro com uma unidade condensadora a água ligada ao tanque da piscina que permite fazer a dissipação do calor removido na unidade evaporadora. Este circuito entra em funcionamento quando se pretende desumidificar e arrefecer o ar de retorno.

Os desumidificadores integram ainda uma bateria de água quente alimentada pelo grupo gerador de calor, e que tem como objectivo fornecer o calor necessário para o ajuste da temperatura do ar de insuflação para o seu *set-point*. Na figura 13 apresenta-se o UDP1.

Na tabela 12 encontram-se as principais características dos desumidificadores instalados.

Tabela 12 – Caracterização dos desumidificadores

Designação	UDP 1	UDP 2
Fim	Aquecimento, arrefecimento e desumidificação	
Marca	CIAT	
Modelo	PCP 100	PCP 265
Potência eléctrica consumida [kW]	11,4	26,5
Potência térmica (Caldeira) [kW _t]	19,6	28,4
Potência frigorífica [kW]	30,5	70,4
Compressores	Herméticos e Semi-herméticos	
Fluido frigoregêneo	R 22	
Fonte de energia	Electricidade	
Caudal de insuflação [m ³ /h]	6100	15500
Caudal de ar novo [m ³ /h]	1100	3900
Número de escalões	3	3
Quantidades	1	1
Ano de construção	2001	



Figura 13 – Desumidificador 1 (UDP1)

4.7.3.2. Unidades de Tratamento de Ar (UTA's e UTAN's)

Os compartimentos climatizados com recurso a Unidades de Tratamento de Ar e Unidades de Tratamento de Ar Novo, não se encontram providos de qualquer tipo de unidade terminal, sendo efectuado o ajuste da temperatura ambiente directamente na unidade. Na tabela 13 surgem as principais características dos referidos equipamentos e na figura 14 apresenta-se a UIB.

Tabela 13 – Caracterização da UTA e das UTAN's

Designação	UIB	UIG	UCH
Zona térmica	Balneário (Piso -1)	Ginásio (Piso 0)	Hall (Piso 0)
Localização	Cave		
Equipamento	UTAN	UTAN	UTA
Marca	EVAC		
Modelo	UTA 20	UTA 10	UTA 15
Pot. Quente [kW,]	58	20	18
Pot. Frio [kW,]	--	--	22
Potência Ventilação [kW]	1,5	0,6	0,8
Caudal de insuflação [m ³ /h]	5650	2400	1500
Caudal de Extracção [m ³ /h]	--	--	5150
Recuperador	Não		



Figura 14 – UTA do balneário (UIB)

4.7.3.3. Ventiloinvectores

A sala de serviços de manutenção e a dos serviços administrativos e o refeitório são climatizados através de ventiloinvectores instalados no interior do tecto falso, sendo estes alimentados com água fria produzida no *Chiller* GAA. Indicam-se na tabela 14 as principais características dessas unidades.

Tabela 14– Características dos Ventiloinvectores

Designação	VOC 1	VOC 2	VOC 3
Localização	Sala de serviços administrativos	Sala de serviços de Manutenção	Refeitório
Marca	CIAT		
Modelo	Major NCH 329	Major NCH 327	
Potência eléctrica Resistências [kW]	2,0 kW	1,4 kW	1,4 kW
Potência Ventilador [kW]	0,10 kW	0,07 kW	0,07 kW

4.7.3.4. Ventiladores de extracção

A extracção de ar do edifício é efectuada por sistemas de ventilação distintos, divididos pelas várias zonas térmicas, nomeadamente, ginásio (VEG), balneários (VEB), Nave (VEP e VZB), bar (VH1, VH2, VEE e VIC), gabinetes (VEA) e Sanitários (VES). No que se refere à extracção da zona técnica, esta é assegurada por um ventilador de extracção (VZT). Na figura 15 apresenta-se o VZB.



Figura 15 – Ventilador de extracção (VZB)

A tabela 15 descreve os diversos equipamentos associados à climatização interior.

Tabela 15 – Características dos ventiladores

Designação	VEB	VEG	VZB	VZT
Zona térmica	Balneários (P-1)	Ginásio (P0)	Bancada	Zona técnica
Localização	Cave			
Tipo	Extracção			
Marca	IMOFA			
Modelo	HE-315-744-0,75	HE-250-846-0,25	HE-250-820-0,25	HE-315-837-0,75
Caudal [m³h]	5150	2320	1000	4000
Potência [kW]	0,75	0,25	0,25	0,75
Designação	VEP	VH1	VH2	VIC
Zona térmica	Piscina	Bar		
Localização	Cave	Cobertura		
Tipo	Extracção			
Marca	Tróia	IMOFA		
Modelo	DD-10.10	HE-225-833-0,25	HE-225-833-0,25	HE-250-984-0,25
Caudal [m³h]	4000	--	--	--
Potência [kW]	2,50	0,25	0,25	0,25
Designação	VEA	VEE	VES	
Zona térmica	Gabinetes	Copa (Bar)	Sanitários	
Localização	Cobertura		Cave	
Tipo	Extracção			
Marca	LTI	Aspiromatic	IMOFA	
Modelo	DH5-310E6	240	HE 225	
Caudal [m³h]	--	315	--	
Potência [kW]	--	--	0,25	

Actualmente não é efectuado qualquer tipo de recuperação de energia associada aos sistemas de extracção.

4.8. Sistema de AQS

Encontra-se associado aos vestiários e balneários do edifício em estudo um sistema convencional de produção de água quente sanitária (AQS) destinado a banhos. Este utiliza o mesmo equipamento de produção de água quente destinada à climatização e ao aquecimento da água da piscina. A produção de AQS encontra-se descrita na secção 4.7.2 “Produção de água quente”.

A acumulação de AQS é realizada por intermédio de dois depósitos de acumulação com a capacidade individual de 1000 L e *set-point* na gama 35-40 ° C.

4.9. Tanques de natação (Piscinas)

O edifício em estudo contém duas piscinas cobertas:

- Tanque de aprendizagem;
- Tanque de competição.

Os tanques existentes apresentam as características referidas na tabela 16.

Tabela 16 – Características gerais das piscinas

Piscina	Aprendizagem	Competição
Largura [m] do tanque	7	16.7
Comprimento [m] do tanque	12.5	25
Altura mínima [m] do tanque	0.6	1.1
Altura máxima [m] do tanque	0.9	2.5
Área de plano de água [m ²]	87,5	416,5
Volume de água [m ³]	66	750
Temperatura da água [°C]	30 – 31	29 – 30
Temperatura ambiente [°C]	28 - 29	



Figura 16 – Imagem da nave da piscina (comum para os dois tanques)

Na tabela 17, encontra-se a caracterização dos grupos de bombagem.

Tabela 17– Características dos grupos de bombagem associados às piscinas

Identificação do circuito	Piscina Competição / Permutador (Circuito de passagem nos níveis de filtragem)	Piscina Aprendizagem / Permutador (Circuito de passagem nos níveis de filtragem)
Designação	BPG (1, 2 e 3)	BPP (1 e 2)
Marca	Astral	
Modelo	FD 129 PSH	FD 128 PSH
Quantidade	3	2
Caudal [m ³ /h]	87,5	42
Potência [kW]	5,5	4
Variação de frequência	Não	

5. CONSUMO ENERGÉTICO

Os anos de 2007, 2008 e 2009 constituirão as condições de referência para a análise energética do edifício em estudo. As suas necessidades energéticas são garantidas com recurso a duas fontes de energia: **eléctrica e gás natural**.

5.1. Consumo real de energia eléctrica

Como já foi referido no Capítulo 4, secção 4.5, o Complexo Municipal de Piscinas de Folgosa é alimentado através de um Posto de transformação próprio, sendo assim alimentado em média tensão.

Para média tensão existem os seguintes períodos horários: horas cheias, de ponta, de vazio normal e de super vazio, subdividindo-se em três opções tarifárias: tarifa de curtas utilizações, de médias utilizações e de longas utilizações.

Na tabela 18 surgem as condições gerais de alimentação relativas a 2007, 2008 e 2009

Tabela 18 - Caracterização do fornecimento de energia eléctrica ao Complexo Municipal de Piscinas de Folgosa no triénio 2007, 2008 e 2009

	VALOR/TIPO
Potência requisitada (kVA)	250
Potência instalada (kVA)	250
Potência contratada (kW)	88
Tarifário	MTB longas utilizações Tetra-horária
Ciclo horário	Diário
Termo tarifário fixo (€)	48,20

5.1.1. Análise das facturas energéticas

A análise das facturas eléctricas é importante pois possibilita:

- Analisar a distribuição dos consumos em horas cheias (HC), vazio (HV), super vazio (HSV) e pontas (HP);
- Verificar a existência ou não de energia reactiva (ER);

- Estudar a evolução da potência em horas de ponta e de potência contratada;
- Verificar se a opção tarifária é ou não adequada;
- Analisar a distribuição dos custos de cada uma das parcelas constantes nas facturas.

As figuras 17 e 18 apresentam respectivamente os consumos de energia activa do edifício em estudo nos três últimos anos, e os custos que lhe estão associados (com base nas facturas eléctricas).

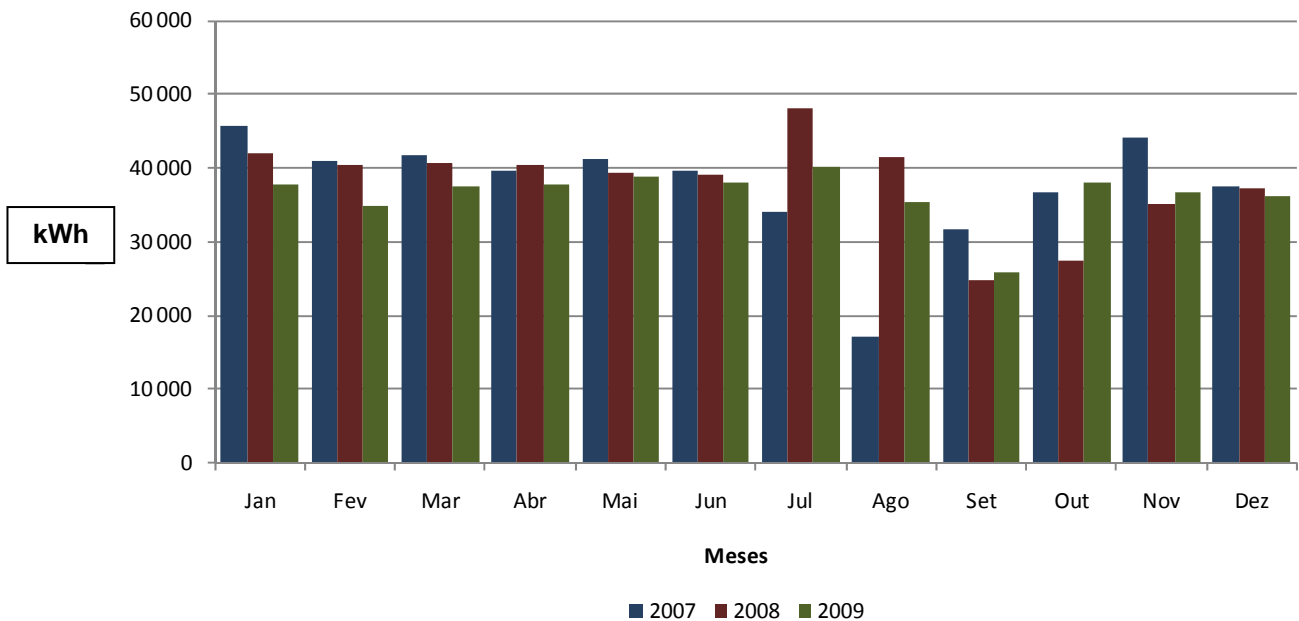


Figura 17 – Consumos de Energia Eléctrica em 2007, 2008 e 2009

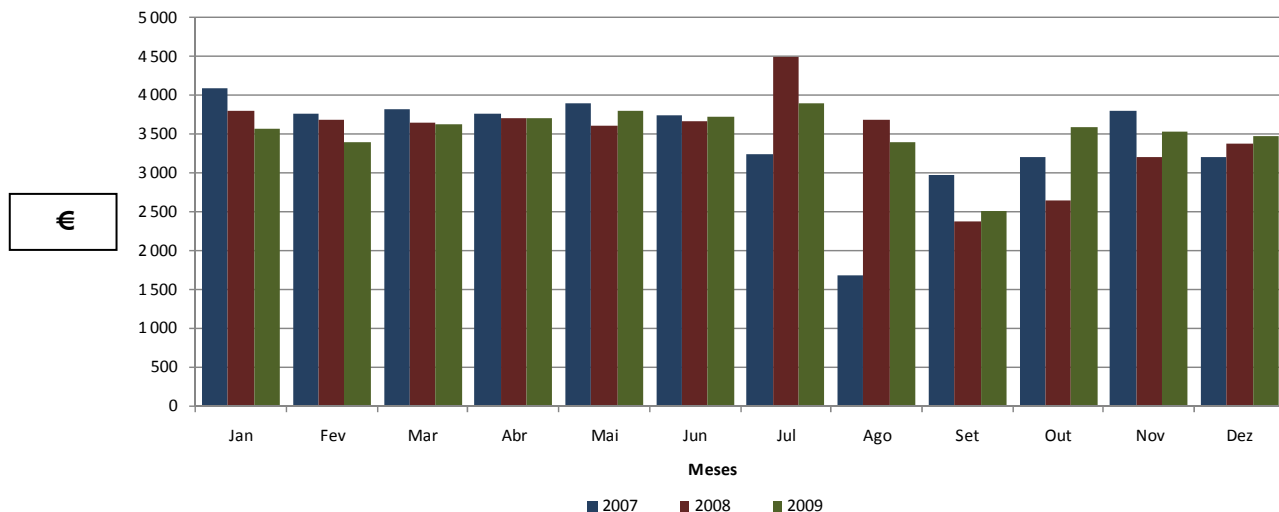


Figura 18 – Custos mensais de energia eléctrica em 2007, 2008 e 2009

O consumo de energia eléctrica activa apresenta uma ligeira sazonalidade, diminuindo durante os meses de Agosto e Setembro e Outubro. Esta diminuição pode dever-se a uma redução do número de utentes durante estes meses, associados ao fecho da época desportiva e respectivo reinício. Os custos associados ao consumo de energia eléctrica activa apresentam a mesma sazonalidade que os consumos.

A Figura 19 apresenta o consumo anual de energia activa e a Figura 20 os custos anuais de energia activa. O consumo anual de energia activa e os custos anuais de energia activa mantiveram-se aproximadamente constantes durante o ano de 2007, 2008 e 2009.

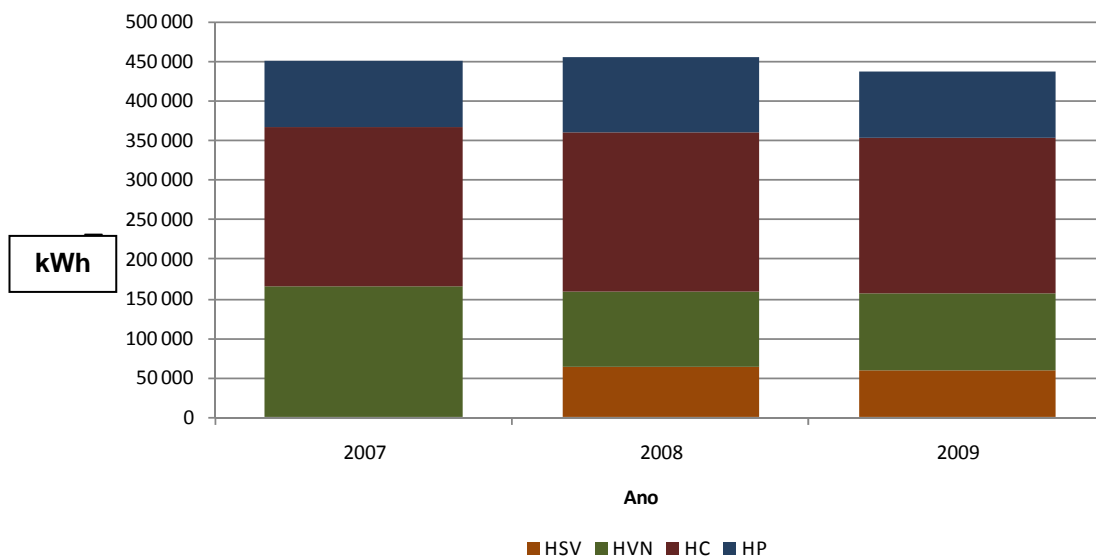


Figura 19 – Consumos totais de energia activa por períodos de facturação (HP - Horas de ponta; HC – Horas de cheia; HVN – Horas de vazio normal; HSV – Horas super vazio)

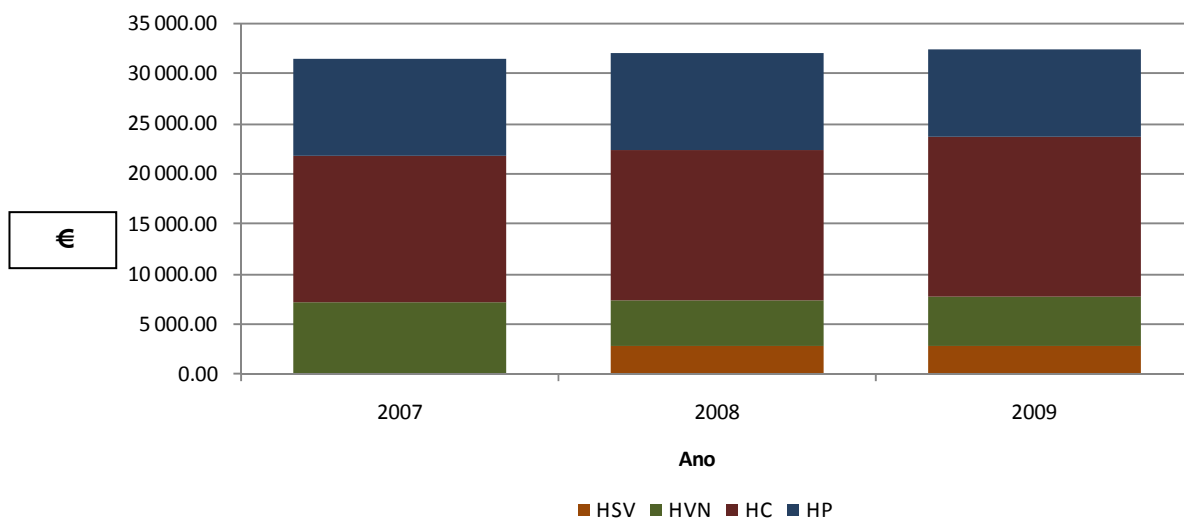


Figura 20 – Custos totais de energia activa por períodos de facturação (HP - Horas de ponta; HC – Horas de cheia; HVN – Horas de vazio normal; HSV – Horas super vazio)

Para o ano de 2009, considerado isoladamente, a Figura 21 evidencia um consumo elevado nos períodos de cheia. Este período apresenta um custo unitário superior em 40% ao valor taxado em períodos de Supervazio.

No que se refere aos consumos em horas de ponta, apesar de representarem 19% dos consumos totais, representam 27% dos custos associados ao consumo de energia eléctrica. O período de horas de ponta é taxado com um valor unitário superior em 55% ao valor taxado em períodos de Supervazio.

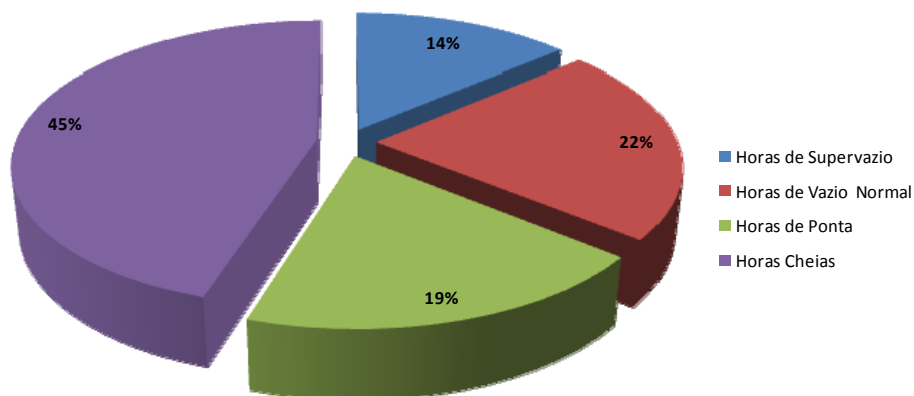


Figura 21 – Distribuição relativa de consumos por período para o ano de 2009

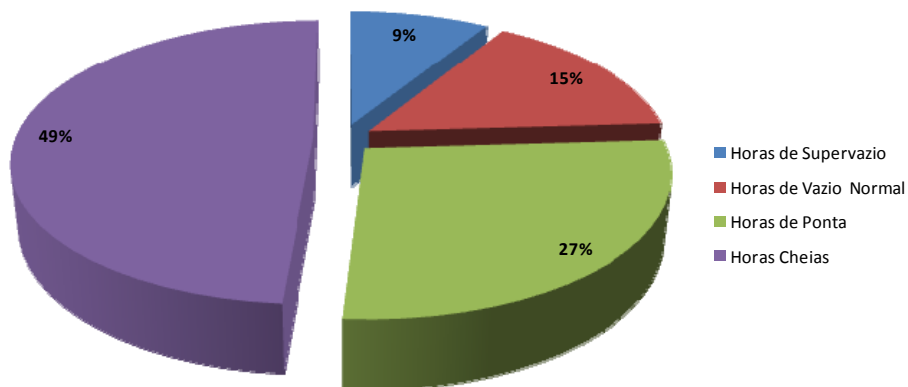


Figura 22 - Distribuição relativa de custos por período para o ano de 2009

Na figura 23 é apresentada a distribuição da potência mensal (2009) consumida em horas de ponta, bem como a potência contratada para o mesmo período.

A potência contratada apresenta um perfil constante ao longo do ano, no entanto a potência em horas de ponta é alvo de variação em função dos períodos correspondentes.

Na figura 24 são traduzidos os custos mensais associados à potência em horas de ponta e contratada.

Será de referir que, apesar da potência contratada ser mais elevada que a potência em horas de ponta, os custos associados à potência em horas de ponta são aproximadamente 4 vezes superiores.

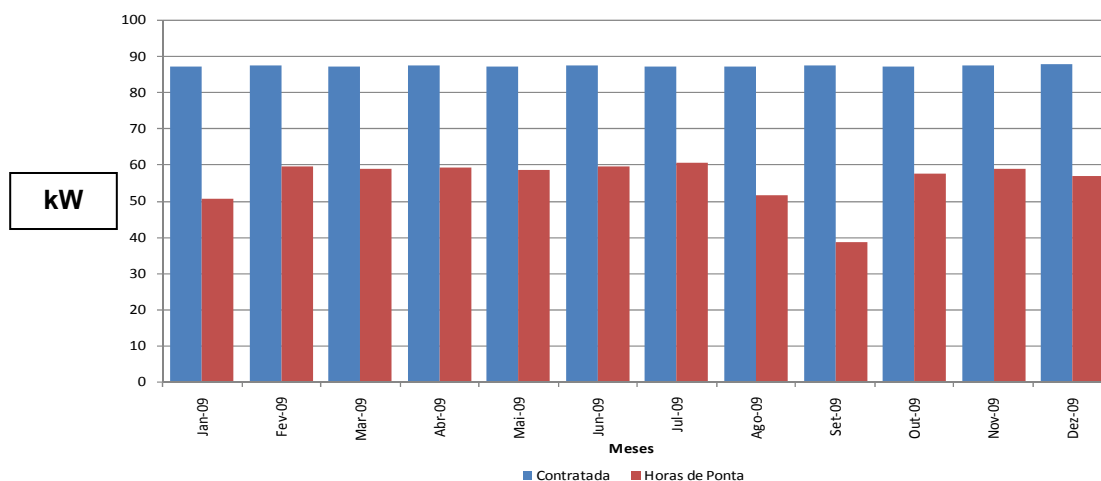


Figura 23 – Potência contratada e consumida em horas de ponta referente a 2009

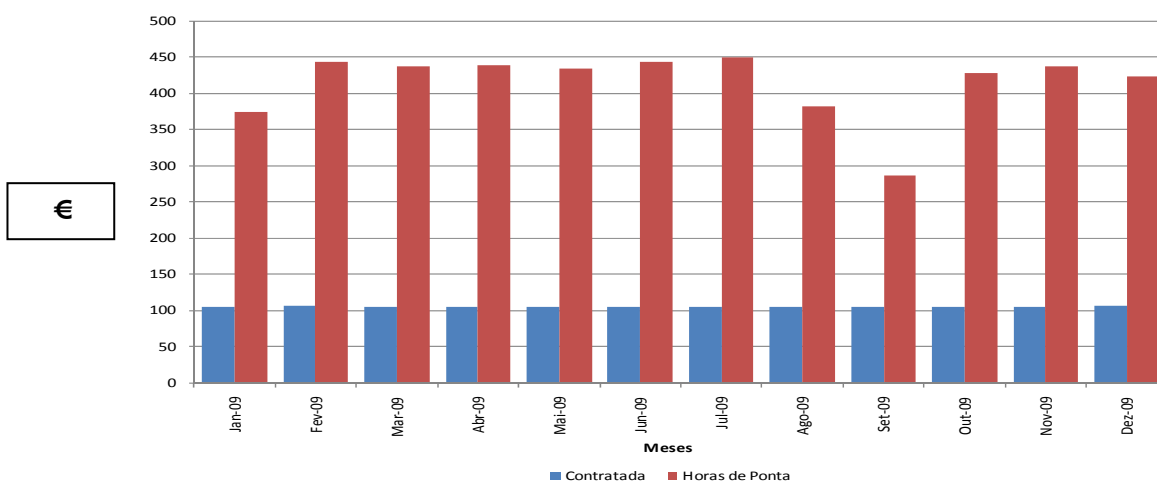


Figura 24 – Custos mensais associados à potência contratada e consumida em horas de ponta referente a 2009

Conforme é possível constatar na figura 25 o consumo de energia reactiva apresenta um perfil semelhante ao de consumo da energia activa (figura 17). No que se refere aos custos associados ao consumo, estes representam um custo mensal de aproximadamente 300 €.

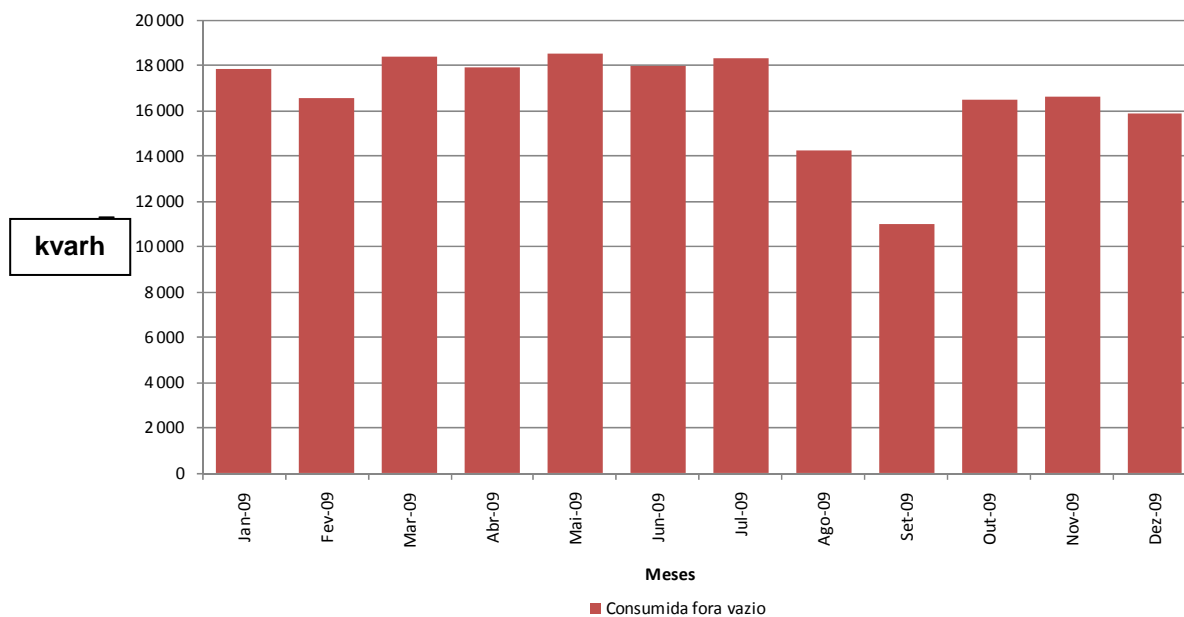


Figura 25 – Consumo de energia reactiva em 2009

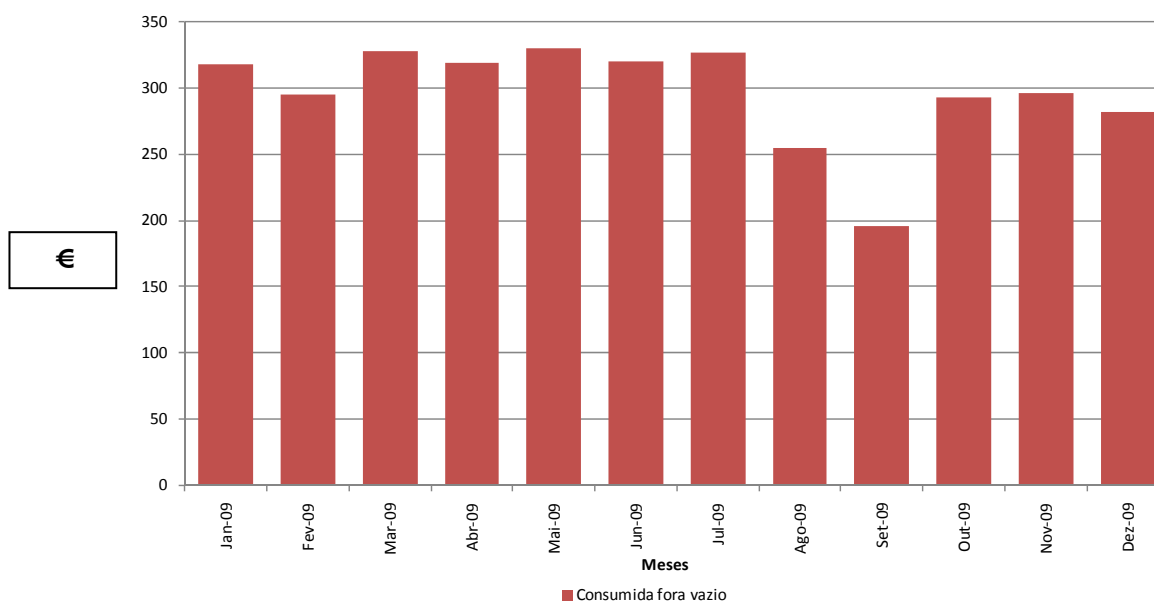


Figura 26 – Custos mensais associados ao consumo de energia reactiva em 2009

5.2. Consumo de gás natural

O gás natural é o combustível utilizado no Complexo de Piscinas de Folgosa para a produção de água quente usada no aquecimento de água sanitária, climatização e aquecimento de água dos tanques de natação.

O gás natural é a fonte de energia mais limpa e ecológica no universo das energias fósseis/convencionais, contribuindo para a redução dos gases de efeito estufa e para uma melhoria da qualidade do ar, quando substitui outras fontes de energia mais poluentes. Os produtos resultantes da sua queima são inodoros, isentos de óxido de enxofre e partículas. Pelo facto de não sofrer transformações e de as perdas no seu transporte serem mínimas, chegando ao local de utilização praticamente na forma em que é encontrado na natureza, é mais eficiente que a maioria das outras fontes de energia.

O preço do gás natural é competitivo quando comparado com as demais formas finais de energia, tais como a electricidade e os gases de petróleo liquefeitos (canalizados ou de garrafa), reduzindo significativamente os seus custos energéticos mensais.

A figura 27 apresenta o consumo de gás natural do edifício, para os anos de 2007, 2008 e 2009.

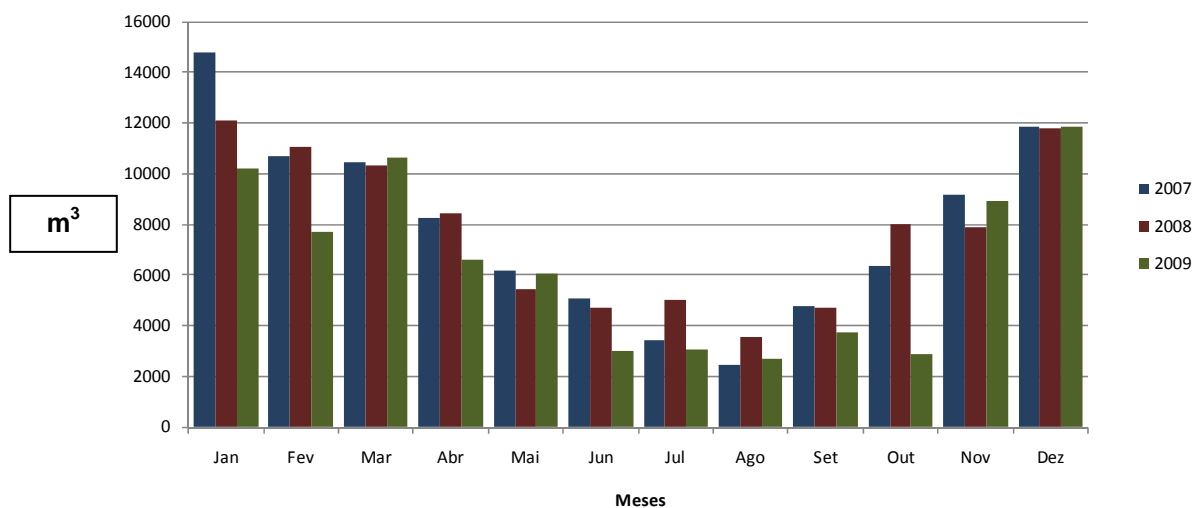


Figura 27 – Consumos mensais de gás natural em 2007,2008 e 2009

O consumo de gás natural apresenta uma forte sazonalidade, verificando-se um decréscimo de consumo durante os meses de Maio, Junho, Julho, Agosto e Setembro, correspondentes

ao período de Primavera e Verão. Esta situação deve-se ao facto de durante estes meses as necessidades de aquecimento das instalações diminuírem devido ao aumento da temperatura ambiente exterior.

Verifica-se ainda uma redução nos consumos no mês de Outubro de 2009 face aos restantes meses que tem como explicação o facto do contador de gás ter sofrido uma avaria neste mês.

A figura 28 ilustra os custos mensais associados ao consumos de gás natural, que como seria expectável apresenta o mesmo perfil que o consumo.

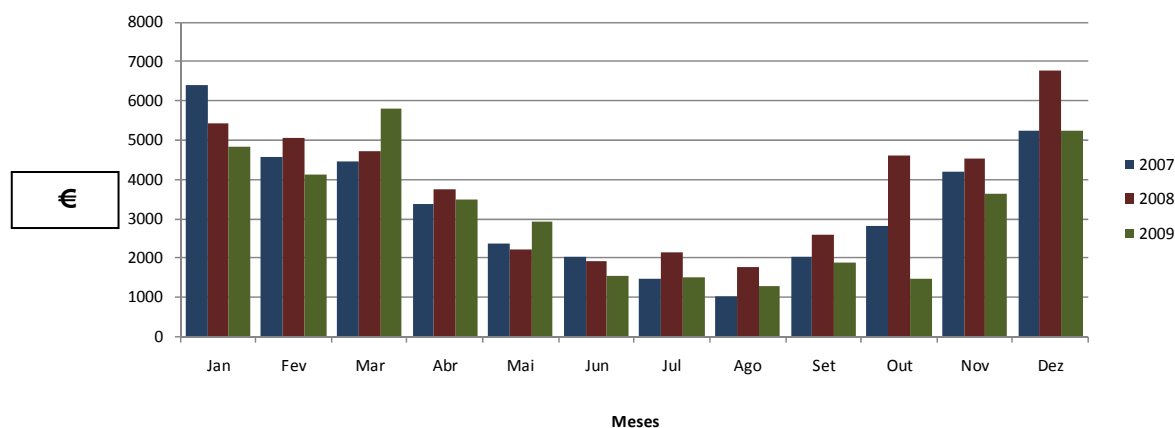


Figura 28 – Custos mensais associados ao consumo de gás natural em 2007, 2008 e 2009

As Figura 29 e 30 apresentam respectivamente os consumos totais anuais de gás natural e os custos anuais associados ao gás natural. Os consumos anuais de gás natural mantiveram-se aproximadamente constantes durante os anos de 2007 e 2008 e decresceram durante o ano 2009, contribuindo para tal o facto de se terem aferido algumas condições de funcionamento, nomeadamente no que respeita à realização de uma manutenção do grupo gerador de calor.

Relativamente aos custos anuais associados ao gás natural, estes aumentaram de 2007 para 2008 e diminuíram de 2008 para 2009. Apesar de os consumos de gás serem aproximadamente iguais em 2007 e 2008, os custos associados gás natural, aumentaram significativamente de 2007 para 2008 (cerca de 14 %).

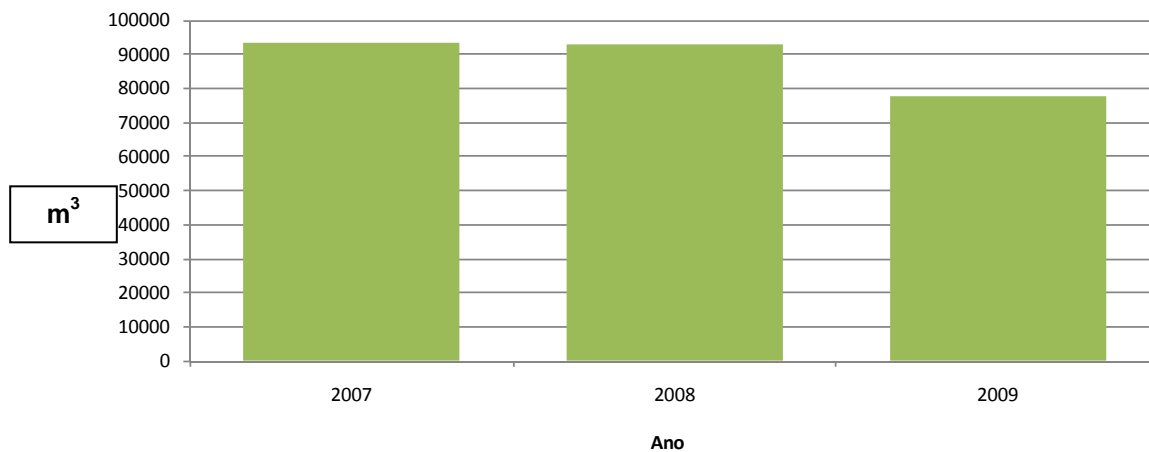


Figura 29 – Consumos totais de gás natural em 2007, 2008 e 2009

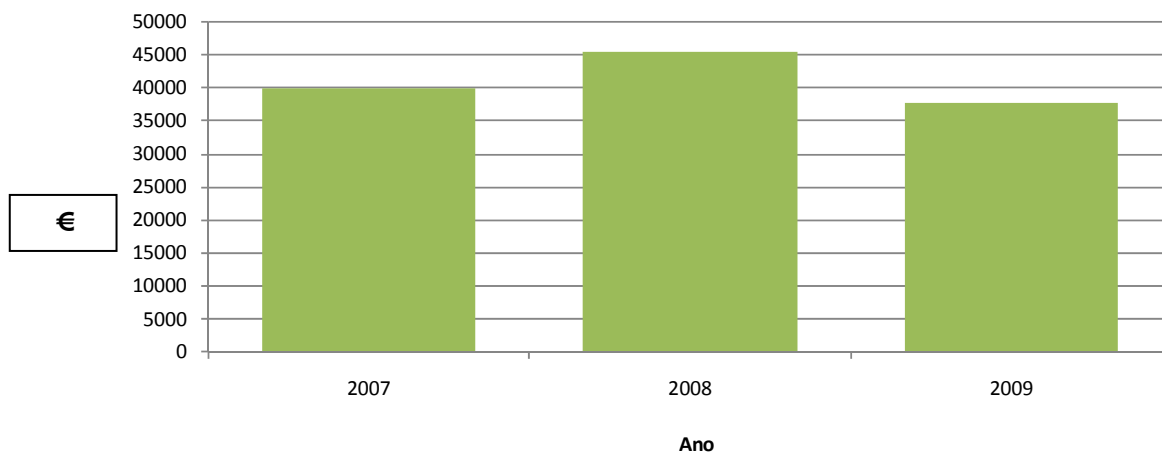


Figura 30 – Custos totais de gás natural em 2007, 2008 e 2009

5.3. Distribuição de custos por tipo de Energia

A figura 31 ilustra os custos associados ao consumo de diferentes formas de energia do edifício, considerando o ano de 2009.

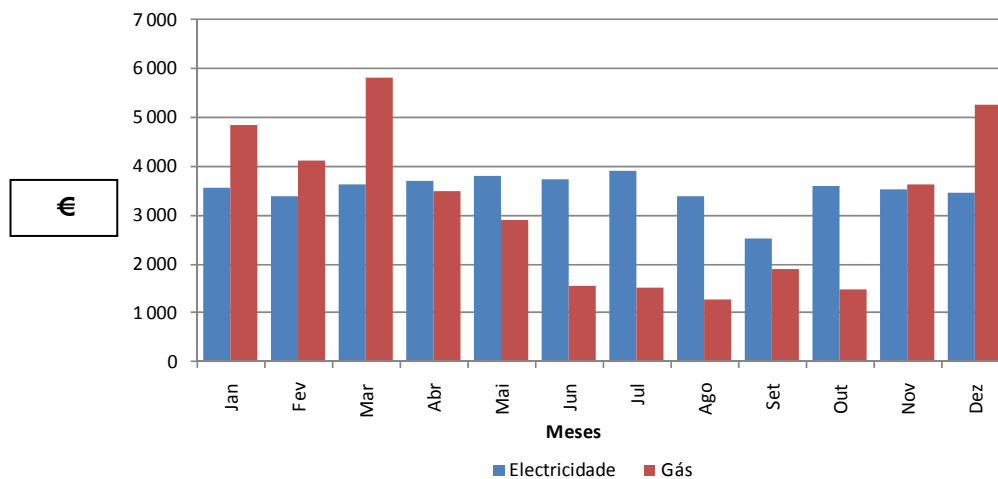


Figura 31 – Comparação dos custos mensais de energia por forma de energia em 2009

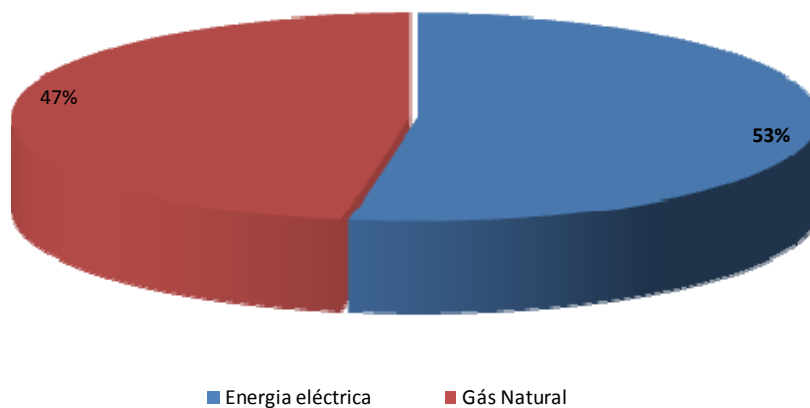


Figura 32 - Desagregação relativa dos custos anuais de energia por forma de energia

Como se pode verificar na figura 32, os custos associados ao consumo de gás natural representam a menor fatia dos custos em energia (47%). Dada a tipologia do edifício em estudo bem como o tipo de sistemas energéticos instalados, a distribuição de consumos por fonte de energia encontra-se de acordo com as expectativas.

6. CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO NO ÂMBITO DO RSECE

6.1. Índice de Eficiência Energética do Edifício

De acordo com o pt.1 do art.7º do RSECE, que diz que: “o consumo global específico de energia de um grande edifício de serviços em condições normais (reais) de funcionamento...., é avaliado periodicamente por auditoria energética realizada no âmbito do SCE, não podendo ultrapassar o valor definido...”, resulta que a determinação do IEE pode ser efectuada por abordagem simplificada com análise das facturas energéticas.

Esta abordagem permite determinar o valor do IEE real sem correcção climática, $IEE_{\text{simplificado}}$ através da seguinte metodologia:

- Determinação do consumo anual global (Q_{global}) do edifício através das facturas energéticas (electricidade e combustíveis), convertidos para energia primária através dos factores de conversão definidos;
- Determinação do IEE aproximado do edifício, através da expressão 6.1:

$$IEE_{\text{simplificado}} = Q_{\text{global}}/A_p \text{ (kgep/m}^2\text{.ano)} \quad (6.1)$$

em que A_p significa a área útil do edifício.

Neste caso se o $IEE_{\text{simplificado}} \leq IEE_{\text{ref}^a}$, significa unicamente que se encontra verificado o RSECE e nada mais do que isso, ou seja, não serve para emissão de um certificado energético.

Se o valor do $IEE_{\text{simplificado}} \geq IEE_{\text{ref}^a}$ deverá ser efectuada uma auditoria energética.

O valor de referência, IEE_{ref^a} , é obtido a partir do Anexo Xdo RSECE, para cada caso.

6.2. Cálculo do Índice de Eficiência Energética Simplificado

A tabela 19 sintetiza os consumos de energia eléctrica e de gás natural em 2007,2008 e 2009 e apresenta o valor médio, que irá servir de base para o cálculo do IEE simplificado.

Tabela 19 – Consumos de energia eléctrica e de gás natural no edifício e respectivo valor médio nos anos de 2007,2008 e 2009

Consumos anuais	2007	2008	2009	Média
Electricidade (kWh)	449706	451875	436327	445969
Gás natural (m ³)	91872	91780	78246	87300

A conversão dos consumos energéticos para energia primária é feita de acordo com o despacho nº 17313/2008 da Direcção-Geral de Energia e Geologia:

Electricidade: $445969 \text{ kWh/ano} \times 215 \times 10^{-6} \text{ tep/kWh} = 95,88 \text{ tep/ano}$

Gás natural: $87300 \text{ m}^3/\text{ano} \times 0,84 \text{ kg/m}^3 = 73332 \text{ kg/ano} = 73,33 \text{ t/ano}$
 $73,33 \text{ t/ano} \times 1,077 \text{ tep/t} = 78,97 \text{ tep/ano}$

O consumo global é assim 174,85 tep/ano.

Como a área útil do edifício, A_p , é igual a 3208 m² (determinada com base na planta de arquitectura do edifício), o Índice de Eficiência Energético simplificado, calculado pela equação (6.1), é de **54,50 kgep/m².ano**

Segundo o Anexo X do RSECE, o valor de referência para o IEE para esta Instalação é 35 kgep/m².ano, logo:

$$IEE_{\text{simplificado}} > IEE_{\text{ref}}$$

Como o valor obtido é superior ao de referência, o edifício não cumpre os requisitos energéticos do RSECE. Deverá ser feita uma auditoria energética e se os resultados desta vierem confirmar o valor obtido, então o edifício deve ser objecto de um Plano de Racionalização Energética (PRE).

No período de tempo disponível para conclusão do presente trabalho não foi possível efectuar a análise completa dos resultados da auditoria, mas foi possível identificar algumas possibilidades de melhoria e racionalização energética, que se apresentam nos capítulos 7 e 8.

7. MEDIDAS DE MELHORIA PARA O BOM FUNCIONAMENTO DA INSTALAÇÃO

Durante a realização do presente trabalho foi identificado um conjunto de situações anómalas, que comprometem de alguma forma a eficiência energética do edifício e o funcionamento dos seus sistemas energéticos.

As anomalias detectadas estão identificadas nos pontos seguintes:

- Ligações de recurso em quadros eléctricos;
- Nomenclaturas dos quadros eléctricos incorrectas;
- Paredes com patologias;
- Ventilador de extracção VEP sem espaço para manutenção;
- Nave com abertura permanente para a caixa de escadas;
- Cobertura da nave com evidências de degradação;
- Equipamentos de *catering* existentes no Bar de baixa eficiência energética.
- Inexistência de isolamento térmico em flanges, válvulas e permutadores de placas;
- Má utilização de energia pelos diversos responsáveis do Complexo.

7.1. Ligações de recurso em quadros eléctricos de recurso

Foi detectada uma ligação de recurso no Quadro Geral (QGE) localizado no piso 2. Esta ligação apresentava alguns indícios de ligações “derretidas” (figura), apresentando-se na figura seguinte a situação identificada.

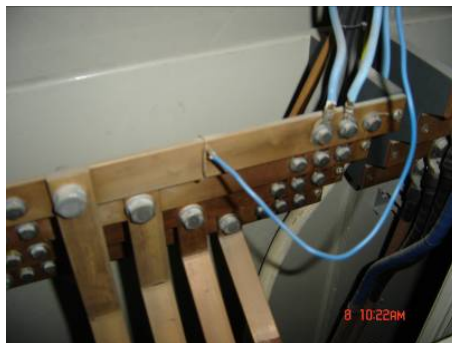


Figura 33 – Ligações de recurso nos quadros eléctricos

Esta situação deverá ser alvo de correcção, uma vez que a ligação corresponde à descarga pela terra, podendo em caso de necessidade não ser efectuada uma correcta descarga de corrente.

7.2. Nomenclaturas dos quadros eléctricos incorrectos

No que se refere às nomenclaturas constantes nos quadros, foi detectado um circuito com designações trocadas. Deste modo, o circuito existente no quadro geral com a designação de “QP P2” corresponde ao circuito do quadro “Q P1”.

7.3. Paredes com patologias

As paredes exteriores dos gabinetes apresentam evidências de infiltrações e humidade.



Figura 34 – Paredes dos gabinetes com evidências de infiltrações

7.4. Ventilador de extracção VEP sem espaço para manutenção

Foi verificado que o ventilador de extracção com a designação VEP se encontra com uma grave limitação associada às acessibilidades para a sua manutenção. Deste modo, deverá proceder-se à correcção da presente anomalia com vista a possibilitar a realização de uma manutenção preventiva periódica a este equipamento.

7.5. Nave com abertura permanente para a caixa de escadas

Verificou-se a existência de contacto permanente da nave da piscina com a caixa de escadas de acesso ao exterior. Dado que as temperaturas da nave da piscina são superiores às temperaturas existentes na caixa de escadas, verifica-se uma transferência de

calor da nave para este espaço. Deste modo, de forma a reduzir as perdas de calor da nave, deverá ser efectuada uma separação física destes dois espaços uma vez que, além das diferentes necessidades de conforto térmico, a caixa de escadas possui acessos para o exterior com uma má vedação, o que acentua as perdas de calor associadas a estes espaços.



Figura 35 – Ligação da nave à caixa de escadas

7.6. Cobertura da nave com evidências de degradação

Verificou-se que nos dias com temperaturas mais baixas ocorrem condensações de água na parte interior da cobertura da nave.

Caso existam infiltrações de água a partir do exterior, o isolamento e os restantes elementos construtivos da cobertura encontram-se danificados sendo que não garantem um bom isolamento térmico.

Caso existam condensações interiores na cobertura, estas devem-se ao fraco desempenho térmico do isolamento desta.

Assim, esta é uma situação que deverá ser tida em atenção e, se possível, corrigida.



Figura 36 – Cobertura com evidências de degradação

7.7. Equipamentos existentes no Bar de baixa eficiência energética

Os modos de funcionamento de equipamentos de *catering* existentes no Bar, tais como as máquinas de lavar louça, máquinas de café, entre outros, poderão ser otimizados garantindo que estes se encontrem desligadas durante o período nocturno e ao Domingo à tarde.

Deverá ser colocado um sistema de temporização horária que permita que os mesmos sejam desligados durante os períodos de não ocupação, permitindo uma considerável redução do consumo de energia.

Também, e quando existir a necessidade de substituição dos equipamentos, deverá ser efectuada a aquisição de equipamentos de classe energética mais eficiente, como A ou A+.

7.8. Inexistência de isolamento térmico em flanges, válvulas e permutadores de placas.

Verificou-se a existência de flanges, válvulas e permutadores de placas sem qualquer isolamento térmico, originando perdas de energia.

Esta situação deverá ser corrigida assim que possível.

7.9. Má utilização de energia por parte dos diversos responsáveis

Deverá ser efectuada uma sensibilização adequada da generalidade do pessoal utilizador dos diversos equipamentos. Qualquer equipamento só deverá permanecer ligado quando está a produzir ou a ser utilizado, pelo que deverá ser definido um sistema de atribuição de responsabilidades energéticas aos diversos responsáveis.

8. MEDIDAS DE RACIONALIZAÇÃO ENERGÉTICA

Segundo o Dec-Lei n.º 79/2006, e caso o edifício não esteja regulamentar, deverá ser elaborado um Plano de Racionalização Energética (PRE), sendo obrigatória a implementação das medidas com viabilidade económica (cujo período de retorno simples seja inferior a 8 anos).

Caso fosse necessário elaborar um PRE deveriam ser tidas em atenção algumas medidas de racionalização energética, exemplificando-se de seguida:

1. Alteração do contrato com a distribuidora eléctrica;
2. Alteração do tarifário de diário para semanal;
3. Instalação de Baterias de Condensadores;
4. Correção das temperaturas das piscinas e ambiente da nave;
5. Instalação de um sistema solar térmico;
6. Colocação de coberturas térmicas nos planos de água;
7. Implementação de um sistema de gestão técnica centralizada;
8. Iluminação interior;
9. Colocação de isolamento em válvulas, flanges e permutadores;

8.1. Alteração do contrato com a distribuidora eléctrica

Deverá ser efectuado um estudo no sentido de ser verificado quais os actuais distribuidores inseridos no mercado SENV (Sistema Eléctrico Não Vinculado) e determinar qual o sistema/fornecedor mais vantajoso e mais económico.

8.2. Alteração do tarifário

Caso os consumos não sofram grandes variações ao longo dos vários dias da semana deverão ser analisadas com mais detalhe as diferentes alternativas de ciclo contratualizado e, se se verificar ser vantajoso, efectuar a respectiva alteração.

8.3. Instalação de Baterias de Condensadores

Da análise das facturas energéticas pode-se verificar que mensalmente é taxado um custo médio de energia reactiva de aproximadamente 300 €.

Assim, deverá ser efectuada a compensação de energia reactiva através da utilização de baterias de condensadores.

8.4. Correção das temperaturas das piscinas e ambiente da nave

No que se refere às temperaturas da água e ambiente, verifica-se que, apesar da temperatura da água das piscinas ser próxima da aconselhada para a tipologia de utilizadores (tendo em consideração que a piscina de aprendizagem destina-se a crianças e a piscina de competição possui actividades com idosos), caso fosse reduzida em ambas as piscinas para os 28 – 29 °C, as temperaturas manter-se-iam agradáveis aos utilizadores e com um custo energético mais reduzido.

A temperatura ambiente não é a ideal, tanto a nível energético como a nível do conforto térmico. Segundo a Directiva CNQ 23/93, a melhor forma de reduzir as perdas por evaporação numa piscina coberta será manter a temperatura ambiente 1 °C acima da temperatura da água da piscina. A não garantia da presente condição implica não só um consumo superior de energia associada às perdas por evaporação, como também irá provocar desconforto térmico nas pessoas que se encontrem fora da piscina.

Assim, a temperatura ambiente da nave da piscina deverá permanecer nos 30 °C, o que permitirá obter uma poupança anual de energia.

8.5. Instalação de um sistema solar térmico

Uma vez que o aquecimento da água é realizado com o auxílio de dois geradores de calor, significa que existe um consumo de gás natural que lhe está associado e que representa um custo significativo para o complexo.

Considerando estes dados e uma vez que a boa exposição solar do complexo possibilita a instalação de colectores solares para a produção de água quente, esta deverá ser uma medida a ter em consideração.

8.6. Colocação de coberturas térmicas nos planos de água

Outra medida que poderá reduzir as perdas por evaporação na piscina passa pela utilização de coberturas térmicas nos planos de água.

8.7. Implementação de um sistema de gestão técnica centralizada

A aquisição, gestão e integração de dados dos diferentes sistemas existentes num edifício é essencial para uma gestão eficiente.

O correcto funcionamento de um Sistema de Gestão Técnica Centralizada (GTC), incluindo a interligação com os diversos sistemas (alarmes, Iluminação, Bombas, Geradores, Caldeiras e AVAC) com os autómatos de gestão e o sistema de supervisão, pode incluir uma série de vantagens das quais poderão ser destacadas:

- Optimização das instalações ao nível do AVAC.
- Gestão optimizada do funcionamento de sistemas energéticos, ao nível de optimizações de pára/arranca e desfasamento do arranque simultâneo, limitação da hora de ponta, desvios de consumos compensação do factor de potência, programações diversas diárias/semanais, facilidade de reacção a alterações nas variáveis de estado;
- Monitorização e diagnóstico;
- Supervisão;
- Programação remota;
- Maximização/implementação de poupanças;
- Fornecimento de dados para manutenções preventivas;
- Acesso a múltipla informação;
- Controlo e desagregação de custos de funcionamento e manutenção.

8.8. Iluminação interior

A melhor forma de controlar os custos de energia associados à iluminação depende do tipo de iluminação instalada.

Deverão adequar-se os períodos de funcionamento da iluminação em função dos níveis de iluminação natural e da ocupação dos espaços, pelo deverão ser instalados sensores que permitam o seu ajuste em função das condições atrás mencionadas, evitando desperdícios energéticos.

Além da instalação de sensores, também deverão ser analisados e se necessários substituídas as lâmpadas por outras mais eficientes, eventual implementação de balastos electrónicos nas lâmpadas de iodetos metálicos e substituição das lâmpadas de vapor de mercúrio por lâmpadas de iodetos metálicos com balastro electrónico, quando tal se justifique.

8.9. Colocação de isolamento em válvulas, flanges e permutadores

Apesar da grande maioria da rede de distribuição de água quente estar bem isolada, verifica-se que, existem várias válvulas e flanges que não dispõem de qualquer isolamento térmico (exemplo na figura 37) o que representa um acréscimo de consumo de energia no aquecimento da água.



Figura 37 – Componentes da rede hidráulica sem isolamento térmico

Deverá ser colocado isolamento nestas válvulas e flanges, que originará uma redução no consumo de combustível na caldeira de água quente.

Também o isolamento dos permutadores de calor deverá ser considerado (figura 38).



Figura 38 – Permutador de placas sem isolamento térmico

9. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

9.1. Conclusões

O Complexo Municipal de Piscinas de Folgosa é uma instalação cuja média de consumo de **energia eléctrica** nos últimos três anos foi de **445969 kWh/ano** e de **87300 m³** de **gás natural**, representando um consumo global de **energia primária** de **174,85 tep/ano**.

De acordo com o Sistema de Certificação Energética o valor calculado para o Índice de Eficiência Energética é **54,50 kgep/m².ano**.

Uma vez que o $IEE_{\text{simplificado}}$ é superior ao IEE_{ref} o presente edifício não está regulamentar e deverá ser alvo de uma auditoria energética, com emissão do respectivo certificado energético e, caso se confirme o resultado obtido, deverá ser definido um plano de racionalização de energia.

9.2. Sugestões para futuros trabalhos

- Realização de auditoria energética com emissão de certificado energético;
- Realização de auditoria à Qualidade de ar interior.

BIBLIOGRAFIA / NETGRAFIA

- ❖ Beleza, Vitorino de Matos; Santos, Rosário; Pinto, Marta. Piscinas - Tratamento de águas e utilização de energia, Edições Politem, Politécnico do Porto, 2007
- ❖ Cabral, José Paulo Saraiva, Gestão da Manutenção de Equipamentos, Instalações e Edifícios, Lidel – edições técnicas, Lda, 2009
- ❖ Cabral, José Paulo Saraiva, Organização e Gestão da Manutenção, Lidel – edições técnicas, Lda, 2006
- ❖ Conselho nacional da Qualidade, Directica CNQ n.º23/93, A Qualidade nas Piscinas de Uso Público
- ❖ Furfari, Samuele (Revisão e adaptação da versão portuguesa, Prof. Doutor Cláudio Monteiro) – O Mundo e a Energia, Desafios geopolíticos 1. As Chaves para a compreensão, Eixo Atlântico do Nordeste Peninsular, 2010
- ❖ Furfari, Samuele (Revisão e adaptação da versão portuguesa, Prof. Doutor Cláudio Monteiro) – O Mundo e a Energia, Desafios geopolíticos 2. Jogos de Poder, Eixo Atlântico do Nordeste Peninsular, 2010
- ❖ Livros de registo sanitário do Complexo Municipal de Piscinas de Folgosa - 2007,2008 e 2009
- ❖ Ministério da Economia e da Inovação, Decreto-lei n.º78/2006 de 4 de Abril, Diário da República – I série A
- ❖ Ministério da Economia e da Inovação, Decreto-lei n.º79/2006 de 4 de Abril, Diário da República – I série A
- ❖ Ministério da Economia e da Inovação, Decreto-lei n.º80/2006 de 4 de Abril, Diário da República – I série A
- ❖ Ministério da Economia e da Inovação, Despacho n.º10250/2008 de 8 de Abril, Diário da República – II série
- ❖ Ministério da Economia e da Inovação – Direcção Geral de Energia e Geologia, Aviso n.º 18670/2008 de 26 Junho, Diário da República – II série
- ❖ Projecto de construção – arquitectura e especialidades do Complexo Municipal de Piscinas de Folgosa, 2000
- ❖ Soares, Susana. Tratamento do ar e da água de piscinas públicas- Manual para técnicos de actividades aquáticas, Xistarca, 2004

- ❖ <http://www.adeporto.eu>, acedido em Novembro 2010
- ❖ <http://www.edp.pt>, acedido em Setembro 2010
- ❖ <http://www.edpgas.pt>, acedido em Setembro 2010
- ❖ <http://www.adene.pt>, acedido em Novembro 2010
- ❖ <http://www.ineti.pt>, acedido em Outubro 2010
- ❖ <http://www.un.int/portugal>, acedido em Novembro 2010
- ❖ <http://www.unric.org/pt/actualidade>, acedido em Novembro 2010
- ❖ <http://www.maps.google.pt>, acedido em Outubro 2010
- ❖ <http://www.portal-energia.com/protocolo-de-quioto>, acedido em Novembro 2010
- ❖ http://www.europa.eu/index_pt.html, acedido em Novembro 2010
- ❖ <http://www.energ.renováveis.pt>, acedido em Setembro 2010
- ❖ <http://www.energ.renováveis./energia solar/cap09.htm>, acedido em Setembro 2010
- ❖ <http://www.painéis.solares.térmicos/Artigos de divulgação electricidade solar.htm>,
acedido em Setembro 2010

Adelina Rodrigues

30/11/2010