



**Dissertação**

Mestrado em Engenharia de Energia e Ambiente

**Contributos para a Otimização Dinâmica de Medidas de  
Eficiência Energética em Piscinas – CODMEEP**

Anaïs Raquel Baptista

Leiria, 09 de Novembro de 2012



## Dissertação

Mestrado em Engenharia de Energia e Ambiente

# Contributos para a Otimização Dinâmica de Medidas de Eficiência Energética em Piscinas – CODMEEP

Anaïs Raquel Baptista

Dissertação de Mestrado realizada sob a orientação do Eng.º Eliseu Manuel Artilheiro Ribeiro, Professor da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria e coorientação do Eng.º Ricardo Miranda da *Irradiare*.

Leiria, 09 de Novembro de 2012

*Aos anjos Rafael, Gabriel e Anael.*

*“Não precisamos ser perfeitos, só precisamos fazer a diferença,  
pois nada precisa ser eterno basta ser inesquecível”*

## *Agradecimentos,*

---

Este espaço é dedicado àqueles que deram a sua contribuição para que esta dissertação fosse realizada. A todos eles deixo aqui o meu agradecimento profundo e sincero.

Em primeiro lugar agradeço aos meus orientadores, Eng.º Eliseu Ribeiro e Eng.º Ricardo Miranda, a forma como orientaram o meu trabalho, e pela oportunidade de desenvolver um tema tão interessante e que tão próximo está da minha carreira profissional.

Em segundo lugar, agradeço ao meu amigo, namorado e futuro marido, Patrício Pereira Santos, o quão importante foi o seu apoio, o seu incentivo e a sua paciência nesta etapa difícil. Quero também agradecer-lhe o tempo da minha atenção que lhe roubei e todas as vezes que me disse “vai estudar”.

Em terceiro lugar, mas não menos importante, agradecer aos meus pais, que embora longe sempre me apoiaram e incentivaram a ultrapassar mais esta etapa da minha vida. Sem eles nada disto seria possível.

É também nota de apreço, o meu grande colega e amigo, Eng.º Rodolfo Silva, que tanto me acompanhou ao longo desta fase, e pela paciência e apoio que me dedicou.

Finalmente gostaria de deixar os meus agradecimentos muito especiais ao Prof.º Eng.º João Ramos, Eng.º Marcos Nogueira, Eng.ª Maria João Salgueiro, Dr.ª Fátima Ramos, Dr.º Sérgio Seco e Prof. Rafael Pereira.

O trabalho foi desenvolvido em vários capítulos, sendo que o primeiro, introdução, apresenta-se uma breve abordagem ao tema e são apresentados os objetivos deste estudo; num segundo capítulo é abordado as boas práticas e medidas de utilização racional de energia; de seguida, no terceiro capítulo, é apresentada a metodologia para que possa ser aplicado o estudo em outros casos; em quarto lugar, é apresentado o estudo caso, e por fim os resultados, respetiva análise e conclusões.

O objetivo deste estudo consiste em propor uma metodologia de integração de medidas para a melhoria da eficiência energética numa piscina coberta. A metodologia utilizada passa pela análise de faturação dos consumos de energia, a análise de medidas de ação e de medidas técnicas, uma a uma, e posteriormente combinadas.

Os resultados da análise conjunta dão a conhecer a importância relativa das medidas aplicadas nas piscinas quando sozinhas e quando combinadas entre si. O conhecimento desta metodologia e da interpretação da mesma, é o objetivo central do estudo, uma vez que estas utilidades permitem promover a eficiência energética das piscinas cobertas, piscinas estas, que atualmente, são os problemas das Câmaras Municipais, dada a falta de recursos financeiros para as manterem, permitindo assim uma melhor gestão das mesmas.

De entre os resultados obtidos destaca-se que deverá ser importante conhecer o mix energético da instalação para incidir o estudo das medidas técnicas nos consumos de energia mais significativos e assim permitir reduções também elas mais significativas. Ao longo deste estudo, é possível verificar a análise de várias medidas, desde a aplicação da tela sobre o tanque, instalação de VEV's, instalação de painéis solares e caldeira de pellets.

The study was conducted in several chapters, with the first introduction presents a brief approach to the topic and present the goals of this study, a second chapter is addressed best practices and measures for the rational use of energy, and then the third chapter is presented the methodology that can be applied to the study in other cases, fourth, if the study is presented, and finally the results, respective analysis and conclusions.

The objective of this study is to propose a methodology for integrating measures for improving energy efficiency in a swimming pool. The methodology involves the analysis of billing of energy consumption, the analysis of courses of action and technical measures, one by one, and subsequently combined.

The results of the joint analysis they reveal the relative importance of the measures implemented in the pools when alone and when combined together. The knowledge of this methodology and the interpretation of it, is the central objective of the study, since they allow utilities to promote energy efficiency of indoor pools, these pools, which currently are the problems of municipalities, given the lack of financial resources to maintain, thus allowing better management of the same.

Among the results highlight that should be important to know the energy mix of the facility to cover the study of technical measures on energy consumption and thus more significant reductions also allow them more meaningful. Throughout this study, it is possible to verify the analysis of various measures, since the implementation of the screen on the tank, installation of VEV's, installing solar panels and pellet boiler.

1. Introdução, objetivos e âmbito .....	1
1.1. A eficiência energética .....	2
1.2. Condições de conforto dos ocupantes .....	3
1.3. Normas, diretivas e legislação para piscinas municipais.....	5
2. Metodologia e otimização .....	7
2.1. Boas práticas e medidas de utilização racional de energia aplicáveis.....	11
2.1.1. Estudos paramétricos .....	12
2.2. Oportunidades de racionalização do consumo de energia.....	14
3. Caso estudo.....	23
3.1. Apresentação das características do edifício.....	24
3.2. Caracterização dos principais processos.....	26
3.3. Caracterização energética .....	30
3.3.1. Energia Elétrica .....	31
3.3.2. Gás propano .....	37
3.4. Conclusão da caracterização energética .....	39
4. Metodologia das medidas aplicadas .....	41
5. Resultados e análise .....	45
5.1. Iluminação .....	46
5.2. Computadores .....	50
5.3. Sistemas de bombagem .....	51

5.4. Produção de AQS.....	55
6. Conclusões e desenvolvimentos futuros .....	59
7. Bibliografia.....	63
8. Anexos .....	65
8.1. Anexo I .....	66
8.2. Anexo II.....	68
8.3. Anexo III.....	70
8.4. Anexo IV .....	72
8.5. Anexo V.....	74
8.6. Anexo VI .....	76
8.7. Anexo VII .....	78

## *Índice figuras,*

---

Ilustração 1 – Aspeto exterior da Piscina Municipal de Miranda do Corvo .....	24
Ilustração 2 – Chapa técnica da UTA .....	27
Ilustração 3 – Permutador de calor .....	28
Ilustração 4 – Chapa de um acumulador de água quente .....	29
Ilustração 5 – Caldeira de gás propano .....	29

## *Índice tabelas,*

---

Tabela 1 - Valores máximos recomendados de poluentes (RSECE, 2006) .....	3
Tabela 2 – Valores recomendados de luminância nos diversos locais de uma piscina coberta segundo a NP EN 15288-I (IPQ, 2009) .....	4
Tabela 3 - Requisitos de qualidade da água em piscinas cobertas (CNQ, 1993) .....	5
Tabela 4 - Requisitos térmicos e de ventilação (CNQ, 1993) .....	6
Tabela 5 - Valores tabelados para cálculo de tep's e CO <sub>2</sub> (DGGE, Despacho n.º 17313/2008, 2008) .....	7
Tabela 6 – Correspondência de valores em unidades distintas (Parente) .....	7
Tabela 7 – Preço da tarifa em vigor em 2010 para os contratos tetra-horários (ERSE, Tarifas de vendas a clientes finais do SEP em MT e BTE em 2005, 2004) .....	9
Tabela 8 – Parâmetros a cumprir na manutenção de uma piscina coberta segundo a NP EN 15288-I (IPQ, 2009) e a CNQ 23/93 (CNQ, 1993) .....	13
Tabela 9 - Horário funcionamento ao público.....	24
Tabela 10 – Potência das bombas .....	26
Tabela 11 – Potência dos diversos sistemas de bombas .....	27
Tabela 12 - Características gerais do equipamento (Dantherm) .....	28
Tabela 13 - Consumo de tep e respetiva emissão de CO <sub>2</sub> .....	33
Tabela 14 - Custo por categoria de equipamento .....	34
Tabela 15 - Consumo em tep de gás propano a granel e respetiva emissão em kg de CO <sub>2</sub> .....	37
Tabela 16 – Resumo da medida combinada de instalação de painéis solares, bombas de calor e caldeira a pellets .....	57

## *Índice de gráficos,*

---

Gráfico 1 – Distribuição dos períodos de faturação no Inverno e no Verão em tetra-horário (ERSE, 2008).....	8
Gráfico 2 – Gráfico ilustrativo do custo da energia ativa ao longo de um dia típico .....	9
Gráfico 3 - Comportamento do consumo de eletricidade ao longo de 2010.....	31
Gráfico 4 - Consumo nos diferentes períodos de faturação no horário de Inverno.....	32
Gráfico 5 - Consumo nos diferentes períodos de faturação no horário de Verão .....	33
Gráfico 6 - Distribuição dos consumos mais significativos por divisão.....	34
Gráfico 7 – Dia típico do período I.....	35
Gráfico 8 - Dia típico do período II .....	35
Gráfico 9 – Dia típico do período III .....	36
Gráfico 10 - Dia típico do período IV.....	36
Gráfico 11 - Análise do consumo e custo de gás propano no ano de 2010.....	38
Gráfico 12 - Comparação entre os dias típicos de consumo de gás propano .....	38
Gráfico 13 – Perfil energético da instalação no ano de 2010.....	39
Gráfico 14 – Comparação de consumos de energia no cenário atual e o novo cenário com LED's no dia típico do período I .....	46
Gráfico 15 – Comparação de consumos de energia no cenário atual e o novo cenário com LED's no dia típico do período II.....	47
Gráfico 16 – Comparação do consumo de energia no cenário atual e no novo cenário com LED's num dia típico do período III.....	47
Gráfico 17 – Comparação do consumo de energia no cenário atual e no novo cenário com LED's num dia típico do período IV .....	48
Gráfico 18 - Comparação entre o consumo de energia dos diferentes cenários no período I .....	51
Gráfico 19 - Comparação entre o consumo de energia dos diferentes cenários no período II .....	52
Gráfico 20 - Comparação entre o consumo de energia dos diferentes cenários no período III .....	52
Gráfico 21 – Comparação entre o consumo de energia dos diferentes cenários no período IV .....	53

Gráfico 23 - Consumo de gás propano com instalação de caldeira a pellets, e comparação de custos .....	55
Gráfico 24 – Consumo de energia com instalação de bombas de calor e comparação de custos – Período I.....	56
Gráfico 25 – Consumo dos diferentes tipos de energia para a AQS – Período I .....	57

## *Lista de Siglas,*

---

CO<sub>2</sub> – Dióxido de carbono

Tep – toneladas equivalentes de petróleo

VEV – Variador de frequência altivar

AQS – Águas quentes sanitárias

UTA – Unidade de tratamento de ar

€ - Euros

RSECE – Regulamento dos sistemas energéticos de climatização em edifícios

RRCTE – Regulamento

UTF – Unidades turbidimétricas de formazina

Lux – Unidade de medida de iluminação, equivalente à iluminação que uma superfície recebe

CODMEEP – Contribuição para a otimização dinâmica de medidas de eficiência energética em piscinas

met – unidade de medida do metabolismo

clo – unidade de resistência térmica de vestuário

m/s – unidade de medida da distância por tempo

PM10 – partículas suspensas no ar

Q – calor

VEV – variador de frequência altivar

s.u. – sem unidade

IEE – índice de eficiência energética

IDE – indicador desempenho energético

## *1. Introdução, objetivos e âmbito*

---

As piscinas municipais são entendidas como um benefício para a sociedade, pois representam um meio de lazer e ao mesmo tempo um local saudável para se estar, representam um elevado peso nas faturas energéticas dos municípios. Este tipo de instalações está geralmente associado a um elevado custo de exploração e manutenção, devido, em grande parte, a consideráveis consumos de energia e de água (DGGE, 2004). Poderá dizer-se que as piscinas são edifícios de serviços com um elevado consumo energético (Silva & Pires, 2006). Para além da idade avançada de construção deste tipo de instalações municipais, há-que realçar outros problemas que agravam os consumos energéticos das mesmas, como seja, a falta de preocupações com a eficiência e conservação energética na conceção dos edifícios e sistemas de energia; a elevada necessidade de consumo de energia calorífica para aquecimento, tanto do espaço como da água das piscinas, e a própria falta de preocupações e hábitos energeticamente sustentáveis por parte dos próprios ocupantes e utilizadores das piscinas (DGGE, 2004).

Assim, nasce a necessidade de criar ferramentas de gestão para promover a eficiência energética deste tipo de instalações, minimizando as perdas energéticas e assim contribuir para a otimização dinâmica de medidas de eficiência energética em piscinas – CODMEEP. Os objetivos desta dissertação consistem em propor uma metodologia de integração de várias medidas de otimização de energia para promoção da eficiência energética em piscinas cobertas, e surge no âmbito do Mestrado de Engenharia de Energia e Ambiente – MEENA – da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Leiria, do Instituto Politécnico de Leiria.

## *1.1. A eficiência energética*

---

As piscinas municipais devido aos seus consumos devem recorrer a energias de fontes renováveis e a sistemas alternativos mais eficientes, por forma a promover a sua melhoria na eficiência energética e assim reduzir custos e consumos.

Eficiência energética poderá definir-se como um conjunto de medidas que visam manter a mesma qualidade de conforto ou até mesmo melhora-la através de uma redução do consumo de energia. O aumento da eficiência energética passa pela redução das necessidades energéticas dos edificios e para tal existem estratégias, que no caso de edificios existentes, pressupõem uma substituição das maquinarias e equipamentos antigos ou com baixo rendimento por equipamentos mais eficientes, uma boa gestão do espaço com princípios e comportamentos sustentáveis, e posteriormente à redução dos consumos, substituir as fontes de energia existentes, por fontes de energias renováveis, quando possível. A aplicação de novas tecnologias de energias renováveis deve ser analisada com algum cuidado, e sempre depois de ter os consumos, por si só, já reduzidos. Na arquitetura do edificio, uma vez já existente, nem sempre é fácil de induzir alterações, mas existem por vezes medidas possíveis de implementar que possam ajudar à redução das necessidades energéticas, como seja a aplicação de isolamento térmico, envidraçados duplos, calafetagem, entre outros.

## 1.2. Condições de conforto dos ocupantes

---

As condições de conforto dos ocupantes deve ser garantida ao nível do:

- Conforto térmico;
- Qualidade do ar;
- Conforto visual.

As piscinas cobertas são um espaço orientado para a vertente física, lazer e familiar. Os parâmetros a ter em conta para manter o conforto térmico e não ter pessoas insatisfeitas na piscina são: o metabolismo dos ocupantes (met), a resistência térmica do vestuário (clo) e a velocidade do ar (m/s) (ISO 7730, 2005). Para reduzir a taxa de evaporação da água da piscina, e evitando que haja condensações na envolvente do edifício, deve-se manter o ar interior em valores de humidade relativa elevada, dentro dos valores de conforto dos ocupantes (Silva & Pires, 2006).

No que diz respeito à qualidade do ar interior, a instalação deve possuir um sistema de ventilação tal que assegure que as concentrações dos diversos poluentes não atinjam os valores máximos recomendados, sendo que o caudal mínimo de ar novo obrigatório é de  $10\text{m}^3/(\text{h.m}^2)$  (Silva & Pires, 2006) (RSECE, 2006).

Tabela 1 - Valores máximos recomendados de poluentes (RSECE, 2006)

Parâmetros	Concentração máxima de referência ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )
PM10	0,15
Dióxido de carbono	1.800,00
Monóxido de carbono	12,50
Ozono	0,20
Formaldeído	0,10
Compostos orgânicos voláteis totais	0,60

Em relação à ocupação da piscina, este é um dado importante, nem sempre bem controlado pelas entidades gestoras das piscinas municipais.

Por último no que diz respeito ao conforto visual, as instalações devem ter iluminação adequada e suficiente, devendo utilizar a luz natural sempre que for possível (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores recomendados de luminância nos diversos locais de uma piscina coberta segundo a NP EN 15288-I (IPQ, 2009)

<b>Zonas</b>	<b>Nível mínimo de Iluminação</b>
<b>Caminhos e zonas de circulação, em condições normais de utilização</b>	100 Lux
<b>Zonas de instalações técnicas</b>	100 Lux
<b>Vestiários, balneários, sanitários</b>	100 Lux
<b>Planos de água/zonas de banhos, nas condições normais de utilização</b>	200 Lux

Para as zonas de atividades aquáticas, o fator de uniformidade de iluminação ao nível do plano de água deve ser de 0,7.

Se por um lado, os consumos de energia elétrica pela iluminação podem ser um peso nas piscinas, por outro a mesma pode servir para ajudar a manter o conforto térmico, em função da sua dissipação de calor (Silva & Pires, 2006).

### 1.3. Normas, diretivas e legislação para piscinas municipais

---

O RCCTE, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 40/90, de 6 de Fevereiro, foi o primeiro instrumento legal que em Portugal impôs requisitos ao projeto de novos edifícios e de grandes remodelações por forma a salvaguardar a satisfação das condições de conforto térmico nesses edifícios sem necessidades excessivas de energia quer no Inverno quer no Verão. Segundo este, as AQS devem ser aquecidas à temperatura de 60°C, considerando uma temperatura média para a água da rede pública, de 15°C (RSECE, 2006). Na realidade, isso nem sempre acontece por forma a minimizar os custos com o aquecimento das AQS.

Tabela 3 - Requisitos de qualidade da água em piscinas cobertas (CNQ, 1993)

Requisitos de qualidade da água	
Transparência	≤ 1 UTF
Teor em substâncias oxidáveis	≤ 4 mg/l
pH	6,9 a 8,0
Coliformes totais	≤ 10/100ml
Coliformes fecais	0/100ml
Carga micróbica	≤ 100/ml

As instalações de recirculação e tratamento de água devem ser dimensionadas para fornecer a todo o momento e a cada tanque, um caudal de água filtrada e desinfetada de qualidade conforme, no entanto quando a piscina não está em funcionamento, poderá estimar-se uma redução de caudal, assegurando sempre o pleno funcionamento e a boa qualidade da água para os utentes.

No que diz respeito aos requisitos térmicos e de ventilação, os tanques de aprendizagem e recreio devem manter a temperatura da água entre os 26°C e os 28°C (CNQ, 1993).

Tabela 4 - Requisitos térmicos e de ventilação (CNQ, 1993)

<b>Ambiente da zona de banho (nave da piscina)</b>	
<b>Humidade relativa</b>	55 a 75 %
<b>Temperatura</b>	Superior ou igual à da água do tanque, com o mínimo de 24°C
<b>Caudal de ar renovado por banhista</b>	6 l/s
<b>Velocidade do ar insuflado</b>	≤ 0,2 m/s
<b>Ambiente da zona de serviços anexos (vestiários, balneários, etc.)</b>	
<b>Temperatura (seca)</b>	22 a 24 °C
<b>Renovação do ar</b>	4 volumes/hora
<b>Ambiente nas zonas complementares e zonas técnicas</b>	
<b>Temperatura (seca)</b>	18 °C
<b>Renovação do ar</b>	4 volumes/hora

Relativamente aos requisitos de segurança na conceção de piscinas, para além das características físicas, são referenciados os níveis de iluminação, de acústica, de aquecimento e ventilação ambiente, que devem ser tidos em conta para manter as condições de conforto na instalação (IPQ, 2009).

Por último, mas não menos importante, e porque o número de instalações de painéis solares em piscinas tem aumentado em Portugal, e por forma a maximizar a sua produção de AQS, existe uma norma portuguesa que deve ser tida em conta para o dimensionamento, conceção e instalação (IPQ, 2009).

## 2. Metodologia e otimização

A metodologia de trabalho adotada assenta na caracterização do caso de estudo em três fases: análise de faturação; visita ao local; e inventariação dos equipamentos elétricos e iluminação.

Para facilitar a análise de faturação, deve ser criada uma folha de cálculo em *Excel* para transpor todos os valores de consumo faturado, em energia elétrica e em gás, onde foram igualmente inseridas fórmulas de cálculo automático para determinar os valores de consumo em tep's e os valores de emissões poluentes em toneladas de CO<sub>2</sub>. Os valores apresentados foram calculados tendo em conta os legislados (Tabela 5) (DGGE, Despacho n.º 17313/2008, 2008).

Tabela 5 - Valores tabelados para cálculo de tep's e CO<sub>2</sub> (DGGE, Despacho n.º 17313/2008, 2008)

TEP/kWh	Kg CO <sub>2</sub> /kWh
0,000215	0,47

Deverá igualmente ser calculado o IEE do estudo caso para comparação com os valores legislados. O primeiro passo passa por transformar os consumos de energia elétrica e gás para a mesma unidade – kgep, e calcular a área útil<sup>1</sup> da instalação (Tabela 6).

Tabela 6 – Correspondência de valores em unidades distintas (Parente)

1 kgep	11,64 kWh
1 kg gás propano	13,20 kWh

Após esses valores estarem calculados, poder-se-á calcular o IEE e o IDE.

- i)  $IEE \left( \frac{kgep}{m^2} \cdot ano \right) = \frac{\text{Consumo total de energia (kgep.ano)}}{\text{Área útil da instalação (m}^2\text{)}}$
- ii)  $IDE \left( \frac{tep}{n^{\circ} \text{ de ocupantes}} \right) = \frac{\text{Consumo total de energia (tep/ano)}}{\text{Número de ocupantes } \left( \frac{n^{\circ} \text{ ocp}}{\text{ano}} \right)}$

<sup>1</sup> Área de utilização pelos utentes e funcionários

No que diz respeito à visita ao local, deveram ser retiradas fotos de equipamentos, condições do edifício e arquitetura do mesmo. Associada a esta etapa, elabora-se por fim um inventário de todos os equipamentos consumidores de energia elétrica. Uma folha de cálculo em *Excel* deve ser criada, onde se inseriram os consumos individuais por equipamento e por divisão, uma estimativa das horas de utilização, com a finalidade de calcular o seu peso em termos de consumo e custo anual.

O consumo de cada instalação deve ser analisado como variando em função:

- Do somatório da potência dos aparelhos instalados;
- Do número de horas de utilização dos aparelhos;
- Do número de aparelhos.

Para a análise do consumo de energia elétrica e gás, devem ser criados dias típicos para análise de um caso de estudo, para posteriormente utilizar esses mesmos dias típicos para a simulação dinâmica de medidas. Os dias típicos devem ser definidos em função do tarifário e/ou em função dos períodos de funcionamento da instalação.

No caso concreto da energia elétrica, considerando-se um tarifário tetra-horário, dever-se-á criar 4 dias típicos do consumo de eletricidade correspondentes aos quatro períodos de faturação (I – de 1 de Janeiro a 31 de Março; II – de 1 de Abril a 30 de Junho; III – de 1 de Julho a 30 de Setembro; e IV – de 1 de Outubro a 31 de Dezembro), e deveram também associar-se os custos do kWh, que são diferentes ao longo das 24h (ponta, cheias, vazio normal, supervazio) (Gráfico 1; Tabela 7).

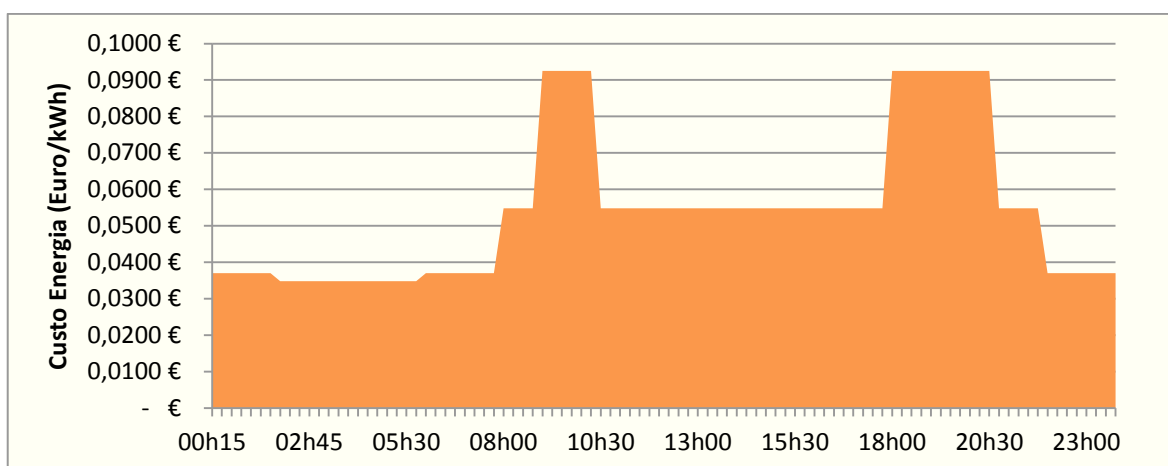


Gráfico 1 – Distribuição dos períodos de faturação no Inverno e no Verão em tetra-horário (ERSE, 2008)

**Tabela 7 – Preço da tarifa em vigor em 2010 para os contratos tetra-horários (ERSE, Tarifas de vendas a clientes finais do SEP em MT e BTE em 2005, 2004)**

	Tarifa CU	Tarifa MU	Tarifa LU
<b>Termo tarifário fixo (EUR/mês)</b>	34,41	34,41	34,41
<b>Potência (EUR/kW)/mês</b>			
Horas de ponta	11,854	7,957	7,183
Contratada	0,268	0,761	1,175
<b>Energia activa (EUR/kWh)</b>			
Horas de ponta	0,1667	0,0925	0,0876
Horas cheias	0,0712	0,0548	0,0525
Horas de vazio normal	0,0452	0,0370	0,0356
Horas de super vazio	0,0423	0,0348	0,0332
Horas de ponta	0,1667	0,1002	0,0921
Horas cheias	0,0712	0,0593	0,0547
Horas de vazio normal	0,0452	0,0399	0,0372
Horas de super vazio	0,0423	0,0373	0,0348
<b>Energia reactiva (EUR/kvarh)</b>			
Fornecida	0,0129	0,0129	0,0129
Recebida	0,0097	0,0097	0,0097

Assim sendo, deverá ser criada uma tabela numa folha de cálculo em *Excel*, com os diferentes períodos (I, II, III, e IV), distribuído ao longo de um dia de 24h, dividido em intervalos de 15 minutos, para se obter uma análise mais pormenorizada. Essas colunas deverão ser distintas, por exemplo utilizando cores diferentes, em função dos quatro períodos (ver anexo I). Com essa informação é possível criar gráficos distintos com o comportamento do custo da energia activa ao longo dos 4 dias típicos (Gráfico 2).



**Gráfico 2 – Gráfico ilustrativo do custo da energia activa ao longo de um dia típico**

Em relação ao consumo de gás, tendo como pressupostos, meses de temperaturas mais baixas (Outubro a Março), meses de temperaturas mais altas (de Abril a Junho e Setembro), e por fim no período de encerramento (Agosto) em que o consumo é tipicamente zero, poderão criar-se 3 dias típicos de análise.

- Período I - de 1 de Outubro a 31 de Março;
- Período II - de 01 de Abril a 31 de Julho e de 01 a 31 de Setembro;
- Período III - de 01 de Agosto a 31 de Agosto.

Para além das características climatéricas e períodos de encerramento, foram tidos em conta outros pressupostos como sejam, o funcionamento da caldeira de gás propano 24h sob 24h, e o custo da tonelada de gás no ano em estudo.

Assim, é criada uma tabela numa folha de cálculo em *Excel*, com os diferentes períodos (I,II, e III), distribuído ao longo de um dia de 24h, dividido em intervalos de 15 em 15 minutos, para se obter uma análise mais pormenorizada. O consumo de gás em 2010 obtido pelas faturas foi distribuído pelos 3 períodos já definidos, e depois dividido pelo número de dias correspondente a cada período, sendo que deverão contabilizar-se os domingos se a caldeira estiver sempre em pleno funcionamento.

## 2.1. *Boas práticas e medidas de utilização racional de energia aplicáveis*

---

Este subcapítulo tem por objetivo referir e descrever boas práticas e oportunidades de promover a eficiência energética em piscinas cobertas. As piscinas, como já foi descrito, são instalações que consomem bastante energia, tanto para a parte da maquinaria para manter o bom funcionamento da piscina, bem como a parte de aquecimento térmico e AQS. Assim, é de todo conveniente avaliar os diversos parâmetros que envolvem uma piscina, e descobrir oportunidades de melhoria da eficiência energética.

As necessidades energéticas das piscinas estão diretamente relacionadas com as trocas energéticas entre a água da piscina e o ar interior do edifício e com as perdas com o exterior (Figura 1). (Silva & Pires, 2006)

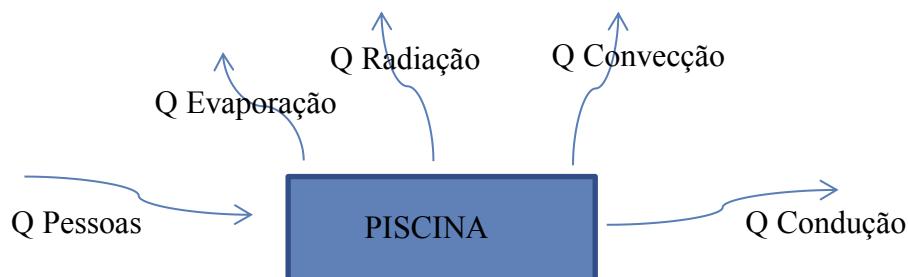


Figura 1 – Fenómenos de transferência de calor entre a piscina e a sua envolvente

### *2.1.1. Estudos paramétricos*

---

O estudo paramétrico dos consumos energéticos de uma piscina municipal coberta deverá incidir em diversos aspetos, sendo que os mais importantes são:

- Localização;
- Tipologia da envolvente;
- Características construtivas da envolvente;
- Tipo de funcionamento da piscina;
- Temperatura da água da piscina;
- Temperatura do ar do edifício;
- Cobertura do plano de água;
- Características do tratamento da água da piscina; e
- Tipo de controlo do sistema de climatização. (Silva & Pires, 2006)

As variáveis que devem ser avaliadas e controladas são a pressão atmosférica, temperatura, humidade relativa, velocidade de ar à superfície da piscina, qualidade da água, e qualidade do ar. (USDE-EERE 06)

**Tabela 8 – Parâmetros a cumprir na manutenção de uma piscina coberta segundo a NP EN 15288-I (IPQ, 2009) e a CNQ 23/93 (CNQ, 1993)**

Parâmetro	Descrição	Ação
Pressão atmosférica	Diferença de pressão entre o exterior e o interior	Em caso de valor positivo, aumentam as perdas energéticas por fuga de ar
Temperatura, humidade relativa e velocidade de ar à superfície da piscina	Variáveis responsáveis pela taxa de evaporação	Responsáveis pela taxa de evaporação, que causam perdas energéticas por condução e transmissão
Qualidade da água	Engloba os tratamentos químicos e controlo de temperatura	Controla repercussões energéticas
Qualidade do ar	Engloba várias variáveis ao nível do conforto humano	Provocam implicações ao nível do consumo energético

Uma vez que as piscinas são locais que estão constantemente sujeitos a alterações climáticas, e a diferença de um grau provoca profundas alterações no sistema. Muitas das perdas energéticas nos tanques das piscinas, é provocada pela evaporação, obrigando assim a reforçar a atenção aos agentes que as provocam. Esses agentes são a própria temperatura da piscina, temperatura do ar envolvente, a humidade do ar, e a velocidade do vento na superfície da piscina.

<b>Parâmetros a cumprir na manutenção de uma piscina coberta</b>	
<b>Temperatura Ambiente</b>	2-3 °C superior à temperatura da água da piscina
<b>Valor da velocidade do ar</b>	0,20 m/s
<b>Valor limite de concentração de cloro livre CL<sub>2</sub></b>	0,5 a 1,2 mg/l com pH de 7 a 7,4
	1 a 2 mg/l com pH de 7,4 a 8

## 2.2. *Oportunidades de racionalização do consumo de energia*

---

No que diz respeito às oportunidades de racionalização do consumo de energia, há-que ter em conta em primeiro lugar as medidas comportamentais ou medidas de bom funcionamento das instalações, maioritariamente sem custos associados, e que logo à partida permitem uma poupança que poderá ser significativa em muitos dos casos práticos. Estas medidas, passam pela formação adequada aos técnicos e utilizadores das instalações das piscinas, pelo conhecimento do funcionamento da maquinaria das piscinas por parte dos técnicos que as operam, e por último, mas não menos importante, da legislação em vigor para piscinas cobertas. Consequentemente, a aplicação deste tipo de medidas permite para além das poupanças referidas, uma melhor e correta gestão da piscina com um menor custo associado.

Em segundo lugar, e após uma boa análise das medidas de funcionamento e/ou comportamentais, há-que analisar com rigor e algum cuidado as medidas técnicas a adotar. Este tipo de medidas passa pela substituição de maquinarias antigas e com baixo rendimento, pela implementação de tecnologias mais recentes e ecológicas, pela substituição ou implementação de novos tipos de energia e posteriormente à combinação de várias medidas a fim de encontrar o máximo de eficiência energética numa instalação.

De seguida seguem-se quadros ilustrativos das medidas que podem e devem ser implementadas para a promoção da eficiência energética na piscina do presente estudo caso, divididos em medidas de consumo de energia elétrica e em medidas de consumo de gás propano (Quadro 1; Quadro 4; Quadro 6; Quadro 8; Quadro 5; Quadro 6, Quadro 7; Quadro 8).

- Procedimentos de funcionamento para redução do consumo de energia elétrica

<b>Procedimentos</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>	<b>Poupança permitida</b>
<b>Transferir os consumos dos sistemas de bombas para horas de vazio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reduzir o valor da energia faturado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Degradação da qualidade da água da piscina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Custo da fatura de eletricidade</li> </ul>
<b>Manutenção periódica da UTA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diminuição do número de avarias;</li> <li>➤ Diminuição do consumo de energia elétrica;</li> <li>➤ Diminuição do sobreaquecimento da máquina por desgaste dos filtros, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Necessária mão-de-obra;</li> <li>➤ Imputação de custos por possíveis materiais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diminuição do consumo de eletricidade.</li> </ul>
<b>Gestão de fluxo de luminosidade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diminuição do desperdício de energia elétrica;</li> <li>➤ Diminuição do uso de luz em locais sem movimento;</li> <li>➤ Diminuição dos níveis de iluminância em locais com janelas ou luz natural.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Necessária sensibilização dos responsáveis pelas piscinas;</li> <li>➤ Criação de hábitos nos utilizadores para a diminuição da luz nos espaços comuns das piscinas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diminuição do consumo de eletricidade.</li> </ul>

Quadro 1 – Procedimento de funcionamento para redução do consumo de energia elétrica (Irradiare, 2012)

➤ Medidas técnicas para a redução do consumo de energia elétrica

<b>Medidas Técnicas</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>	<b>Poupança permitida</b>
<b>Substituição de bombas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aumento do rendimento;</li> <li>➤ Dimensionar potências adequadas aos tanques de água.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Custo de bombas e mão-de-obra;</li> <li>➤ Necessária manutenção periódica e uma boa gestão das mesmas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Redução de consumo de eletricidade.</li> </ul>
<b>Instalação de VEV's</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Controlo dos “arranques” dos motores;</li> <li>➤ Suavização do funcionamento das bombas;</li> <li>➤ Redução do desgaste das bombas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Custo de VEV's e mão-de-obra;</li> <li>➤ Necessária manutenção periódica e uma boa gestão das mesmas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Redução do consumo de eletricidade.</li> </ul>
<b>Alteração de luminárias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Uso de luminárias mais eficientes;</li> <li>➤ Alteração de balastos para mais eficientes e economizadores;</li> <li>➤ Implementação de lâmpadas eficientes e com potências mais reduzidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Custo de equipamentos e mão-de-obra;</li> <li>➤ Possível necessidade de troca de armaduras;</li> <li>➤ Diminuição dos níveis de iluminância e possível descontentamento dos utilizadores;</li> <li>➤ Tempos de retorno em muitos casos elevados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Redução do consumo de eletricidade.</li> </ul>
<b>Alteração de computadores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Redução da potência dos computadores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Custo inicial dos equipamentos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Redução do consumo de eletricidade.</li> </ul>

Quadro 2 - Medidas técnicas a implementar para redução do consumo de energia elétrica (Irradiare, 2012)

<b>Medidas Técnicas</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>	<b>Poupança permitida</b>
<b>Instalação de painéis fotovoltaicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Produção de eletricidade para consumo nas piscinas;</li> <li>➤ Produção de eletricidade para venda;</li> <li>➤ Diminuição da dependência do consumo externo de eletricidade;</li> <li>➤ Consumo de energia limpa;</li> <li>➤ Diminuição da pegada ecológica das piscinas;</li> <li>➤ Diminuição das emissões de CO<sub>2</sub>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Custo inicial de instalação;</li> <li>➤ Possível necessidade de aplicação de estrutura metálica para suporte dos painéis;</li> <li>➤ Tempo de retorno do investimento elevado;</li> <li>➤ Rápido desgaste dos painéis e diminuição da eficiência dos mesmos com o passar dos anos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diminuição da dependência externa de energia elétrica.</li> </ul>
<b>Instalação de sensores de movimento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diminuição do consumo de energia elétrica;</li> <li>➤ Diminuição do desperdício de eletricidade em horas mortas;</li> <li>➤ Ligar a iluminação somente quando necessário.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Custo inicial dos equipamentos;</li> <li>➤ Sensibilidade dos equipamentos;</li> <li>➤ No uso de balneários ou sanitários ter em conta o tempo de “ligar/desligar”.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Redução do consumo de eletricidade.</li> </ul>
<b>Instalação de bateria de condensadores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Anulação do consumo de energia reativa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Custo inicial do equipamento;</li> <li>➤ Possibilidade de um tempo de retorno elevado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Redução do custo da fatura elétrica.</li> </ul>

Quadro 3 - Medidas técnicas a implementar para redução do consumo de energia elétrica (Irradiare, 2012)

<b>Medidas Técnicas</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>	<b>Poupança permitida</b>
<b>Permutadores de calor para aproveitar energia de águas residuais de banhos e das lavagens de filtros de areias</b>	➤ Auxiliar o aquecimento de águas quentes sanitárias e água das piscinas.	➤ Aumento do consumo de eletricidade.	➤ Poupança de gás.

Quadro 4 – Medidas técnicas a implementar para redução do consumo de energia elétrica (Irradiare, 2012)

- Procedimentos de funcionamento para a redução do consumo de gás propano

<b>Procedimentos</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>	<b>Poupança permitida</b>
<b>Aplicação de tela sobre os tanques de água diariamente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diminuição da evaporação no período da noite;</li> <li>➤ Diminuição do recurso ao aquecimento da água da piscina.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Necessários recursos humanos;</li> <li>➤ Probabilidade de contaminação da água.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diminuição do consumo de gás.</li> </ul>
<b>Manutenção periódica das caldeiras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diminuição do consumo de energia com as caldeiras;</li> <li>➤ Diminuição do sobreaquecimento das mesmas;</li> <li>➤ Maior eficiência e rendimento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Necessária mão-de-obra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Redução do consumo de gás e eletricidade.</li> </ul>
<b>Gestão das temperaturas da água e ar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diminuição do consumo de gás;</li> <li>➤ Diminuição do desperdício de calor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sensibilidade e correta gestão por parte dos operários das piscinas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Redução do consumo de gás.</li> </ul>
<b>Manutenção de janelas e portas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diminuição das perdas térmicas;</li> <li>➤ Maior aproveitamento da dinâmica entre o aquecimento da água da piscina e o aquecimento do ar ambiente das naves.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sensibilidade e correta gestão por parte dos operários das piscinas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Redução do consumo de gás.</li> </ul>

Quadro 5 - Procedimentos de funcionamento para a redução do consumo de gás propano (Irradiare, 2012)

<b>Procedimentos</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>	<b>Poupança permitida</b>
<b>Monitorização e gestão automática de energia – medidas complementares e de gestão da temperatura do tanque</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Controlo da temperatura da água das piscinas, e consequentemente diminuir o sobreaquecimento da água;</li> <li>➤ Controlo da temperatura da água, influenciando assim o sistema de aquecimento da mesma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Necessária mão-de-obra;</li> <li>➤ Necessário um bom controlo dos sensores de temperatura, e da sensibilidade dos mesmos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diminuição do consumo de gás.</li> </ul>

Quadro 6 – Procedimentos de funcionamento para a redução do consumo de gás propano (Irradiare, 2012)

➤ Medidas técnicas para redução do consumo de gás propano

<b>Medidas Técnicas</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>	<b>Poupança permitida</b>
<b>Instalação de painéis solares</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Utilização de uma energia limpa;</li> <li>➤ Diminuição da pegada ecológica;</li> <li>➤ Diminuição da dependência do uso de gás;</li> <li>➤ Diminuição da emissão de CO<sub>2</sub>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Custo inicial da instalação dos painéis;</li> <li>➤ Tempo de retorno elevado;</li> <li>➤ Combinação do uso de painéis solares com outra energia para o aquecimento de AQS e piscinas;</li> <li>➤ Possível construção de uma estrutura metálica para suportar os painéis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Redução do consumo de gás.</li> </ul>
<b>Instalação de caldeira a pellets para aquecimento água/ar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Utilização de uma energia mais limpa;</li> <li>➤ Diminuição da dependência do uso de gás;</li> <li>➤ Diminuição da emissão de CO<sub>2</sub>. (Prestenergia)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Custo inicial da instalação;</li> <li>➤ Necessidade de uma grande área para instalação da caldeira;</li> <li>➤ Necessidade de uma área para armazenamento dos pellets e cinzas provenientes da queima;</li> <li>➤ Combinação da caldeira a pellets com outra energia para o aquecimento de AQS e piscinas;</li> <li>➤ Necessidade de mão-de-obra e grande manutenção;</li> <li>➤ Dependência do valor de mercado dos pellets.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Redução do consumo de gás.</li> </ul>

Quadro 7 - Medidas técnicas a implementar para reduzir o consumo de gás propano (Irradiare, 2012)

<b>Medidas Técnicas</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>	<b>Poupança permitida</b>
<b>Sombreamento e envidraçados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Redução de ganhos e perdas térmicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Custo de manutenção e aplicação de sombreamentos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diminuição do consumo de gás.</li> </ul>
<b>Alteração de combustível para Gás Natural</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diminuição do custo do combustível para aquecimento de AQS e piscinas;</li> <li>➤ Diminuição da emissão de CO<sub>2</sub>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Necessidade de acesso a gás natural;</li> <li>➤ Alteração da caldeira de aquecimento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diminuição do custo da tonelada de gás.</li> </ul>
<b>Temporizadores nos chuveiros dos balneários</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Redução do desperdício de água quente nos banhos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Custo da implementação de temporizadores;</li> <li>➤ Insatisfação dos utilizadores pelo controlo do tempo dos banhos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Redução do consumo de gás e água.</li> </ul>
<b>Instalação de reguladores de caudal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Redução do desperdício de água quente nos banhos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Custo de implementação dos reguladores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Redução do consumo de gás e água.</li> </ul>

Quadro 8 – Medidas técnicas a implementar para reduzir o consumo de gás propano (Irradiare, 2012)

### *3. Caso estudo*

---

No presente capítulo procede-se à caracterização da piscina municipal coberta de Miranda do Corvo que serviu de caso de estudo da presente dissertação, focando a envolvente do edifício, os padrões de utilização, os ocupantes, os padrões de utilização e o inventário dos equipamentos elétricos e eletrónicos, bem como a sua caracterização energética.

### *3.1. Apresentação das características do edifício*

A piscina de Miranda do Corvo foi construída no início dos anos 80 (abriu em 1985 ao público) e era descoberta. No início dos anos 90 foi totalmente requalificada e transformada numa piscina coberta e aquecida e reabriu ao público em 1998 (Ilustração 1).



**Ilustração 1 – Aspeto exterior da Piscina Municipal de Miranda do Corvo**

No que diz respeito ao horário de funcionamento da referida piscina, segue-se uma tabela ilustrativa dessa informação, sendo que em Agosto a mesma se encontra encerrada, e nos meses de Julho e Setembro só existem atividades do clube náutico (Tabela 9).

**Tabela 9 - Horário funcionamento ao público**

Dias da Semana	Horário Funcionamento
Segunda-feira	15h – 22h
Terça-feira	10h – 22h
Quarta-feira	10h – 22h
Quinta-feira	10h – 22h
Sexta-feira	10h – 22h
Sábado	10h – 13h 17h – 19h

No que diz respeito ao número médio anual de utilizadores, este ronda os 30.000; e quanto ao número de funcionários são três<sup>2</sup>.

Para melhor compreensão e definição, podemos dividir o edifício em três corpos com funções próprias e complementares:

- Corpo dos balneários;
- Nave dos tanques;
- Casa das máquinas.

O tanque de provas tem as dimensões de 25m por 12,50m e profundidade mínima de 0,90m e máxima de 1,80m. O tanque de aprendizagem tem as dimensões de 12m por 5m, e profundidade mínima de 0,50m e máxima de 0,80m. A área útil da instalação é de 1.555,25 m<sup>2</sup> (GAT).

---

<sup>2</sup> Informação cedida pela C.M. de Miranda do Corvo

### 3.2. Caracterização dos principais processos

---

A sala de máquinas, na cave da piscina, é constituída essencialmente por bombas, UTA's, permutadores, cilindros e filtros.

No que diz respeito ao segmento de bombas, elas são 6, todas monofásicas, divididas em dois grupos de trabalho. Três bombas bombeiam a água do tanque da piscina grande para os filtros e voltam a injetar no tanque, trabalhando alternadamente, ou seja, uma em pausa, duas em funcionamento. As restantes três de menor potência executam a mesma função embora neste caso para o tanque da piscina infantil (Figura 2; Tabela 10).



Figura 2 – Bombas de água

Tabela 10 – Potência das bombas

	N.º da Bomba	Potência (W)
Piscina Grande	1	5500
	2	5500
	3	5500
Piscina Pequena	1	1500
	2	1500
	3	1500

Na central de climatização, existe outro grupo de bombas, cujas funções são diversas (Tabela 11).

Tabela 11 – Potência dos diversos sistemas de bombas

Funcionamento	Variação da Potência (W)
UTA	35 - 50
Desumificadora	165 - 210
Cilindros – Circulação água quente	260 - 286
Piscina Grande	335 - 390
Piscina Pequena	50 - 95

No que diz respeito à Unidade de Tratamento de Ar da Piscina (tipo CHF-3-B, Cod. N.º C7-582, Dic-97), existe um desumidificador tipo AF e um ventilador VE (Ilustração 2). Segue-se uma tabela com as principais características do equipamento (Tabela 12) (Dantherm).

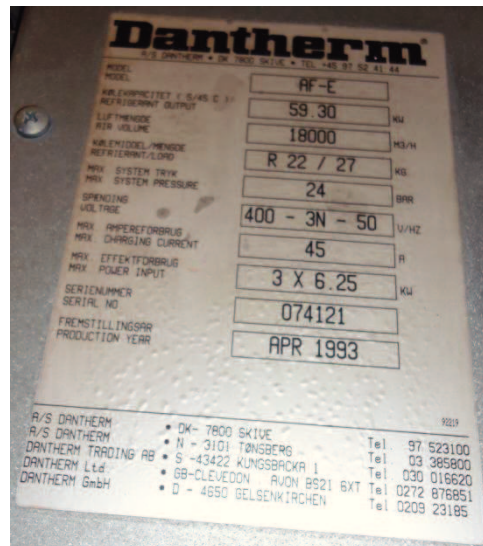


Ilustração 2 – Chapa técnica da UTA

Tabela 12 - Características gerais do equipamento (Dantherm)

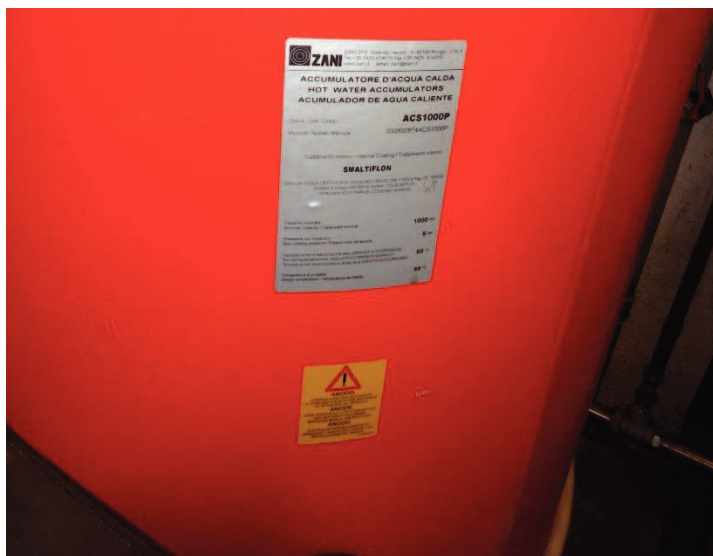
<b>Desumidificador tipo AF B</b>	
<b>Condensação a 27°C/60% RH [L/h]</b>	11
<b>Volume de ar [m<sup>3</sup>/h]</b>	6000
<b>Pressão [Pa]</b>	250
<b>Potência nominal do motor do Ventilador [kW]</b>	3.0
<b>Potência absorvida pelo motor do ventilador [kW]</b>	2.2
<b>Capacidade de arrefecimento a 5°C/45°C [kW]</b>	16,3
<b>Compressor [N.º x kW]</b>	1 x 6,4
<b>Quantidade refrigerante R22 [kg]</b>	7
<b>COP</b>	4.4
<b>Saída para a água da piscina [kW máximo]</b>	15
<b>Altura H [mm]</b>	710
<b>Largura W [mm]</b>	1125
<b>L [mm]</b>	3075
<b>L<sub>D</sub> [mm]</b>	2265
<b>L<sub>F</sub> [mm]</b>	810
<b>Tensão</b>	415 V / Trifásico
<b>Corrente [A]</b>	17.2

Associados ao sistema existem permutadores de calor, que são equipamentos em que dois fluidos com temperaturas diferentes trocam calor através de uma interface metálica. Esta troca térmica serve para evitar que haja desperdício de energia para o ambiente. (Senai Patrobas)



Ilustração 3 – Permutador de calor

De seguida, encontramos dois acumuladores de água quente, de grandes dimensões, cujas suas potências somadas são 45.000 W (Ilustração 4). Este acumuladores servem para manter grandes quantidades de água a temperatura pretendida para os tanques da piscina e AQS, uma vez que a caldeira aquece em massa a água total.



**Ilustração 4 – Chapa de um acumulador de água quente**

Por último, existe uma caldeira de gás propano, com uma potência nominal de 525 W, para aquecimento das AQS e água dos tanques (Ilustração 5).



**Ilustração 5 – Caldeira de gás propano**

### 3.3. *Caracterização energética*

---

Neste subcapítulo são caracterizados os consumos energéticos, quer de eletricidade, quer de gás propano, do presente caso de estudo, bem como é apresentado o perfil de consumo da instalação.

### 3.3.1. Energia Elétrica

No que diz respeito ao consumo de energia elétrica seguem as referências do contrato da EDP (Quadro 9).

Município	Miranda do Corvo
ID FISCAL	PT506624200
CIL	0074314313
Morada	Rua Dr. Rosa Falcão 3220-216 Miranda do Corvo
Tarifa contratada	BTE-Médias UT, Tetra Horário
Ciclo Horário	Diário
Potência Contratada	41,4 kVA
Conta Contrato	200314406047
Contrato	C406047001
CPE	PT 0002 000 074 314 313 MM
Fornecedor	EDP

Quadro 9 - Características do contrato de fornecimento de energia elétrica

O consumo anual de eletricidade, tendo como ano base o ano civil de 2010, na piscina municipal coberta é de 199.182,00 kWh o que perfaz um custo total de 27.119,97 Euros (ver Anexo III).

No que diz respeito ao comportamento do consumo ao longo do ano, é possível verificar uma abrupta descida no mês de Agosto, mês este em que a piscina está fechada ao público (Gráfico 3). No entanto este valor não se anula havendo na mesma um consumo ainda significativo no período de férias devido ao sistema de bombagem que permanece ativo 24horas/dia ao longo de todo o ano.

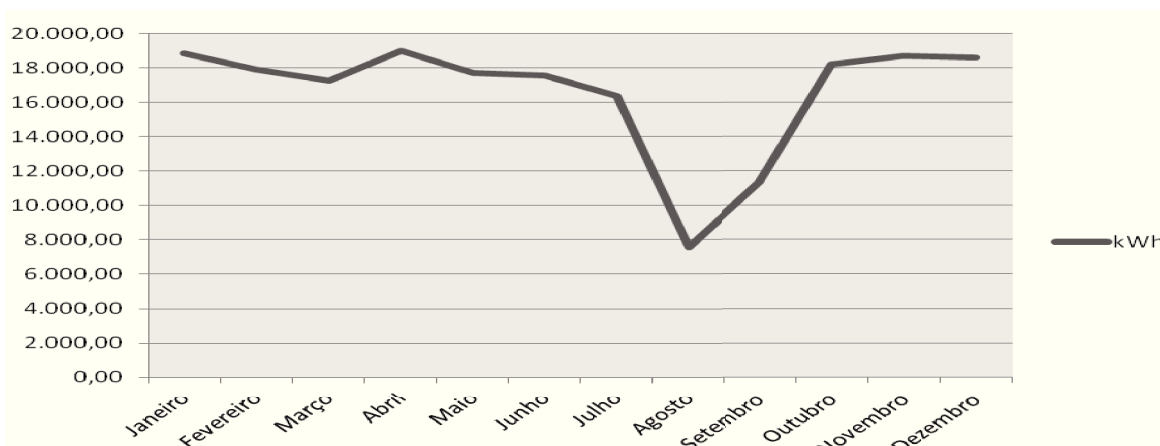


Gráfico 3 - Comportamento do consumo de eletricidade ao longo de 2010

Associado ao consumo de energia ativa, está também associado o consumo de energia reativa (incluído nos valores atrás apresentados), que representa um valor elevado no caso das piscinas cobertas de Miranda do Corvo (ver anexo III).

Fazendo uma análise do consumo por período de inverno e verão, distribuindo-se pelas diferentes cargas horárias, temos que o maior consumo é nas horas de cheia, quer seja verão, quer seja inverno. Em todos os horários de Inverno, o consumo é superior ao mesmo horário mas de Verão. Os consumos na hora de super vazio (noite) podem ficar a dever-se às bombas de circulação da água da piscina (Gráfico 4 e Gráfico 5).

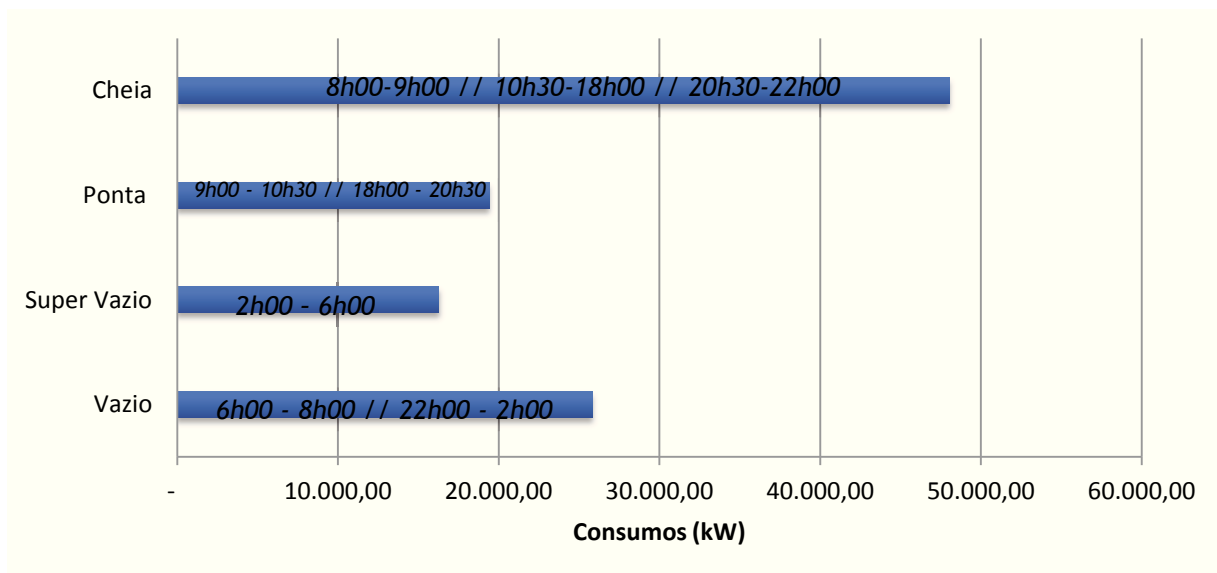


Gráfico 4 - Consumo nos diferentes períodos de faturação no horário de Inverno

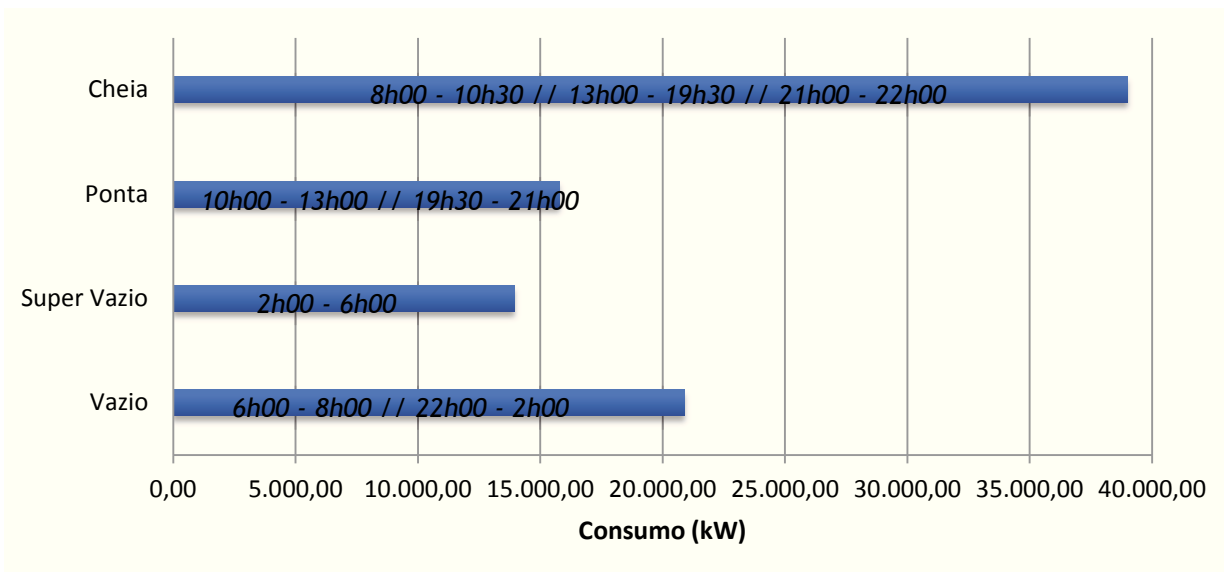


Gráfico 5 - Consumo nos diferentes períodos de faturação no horário de Verão

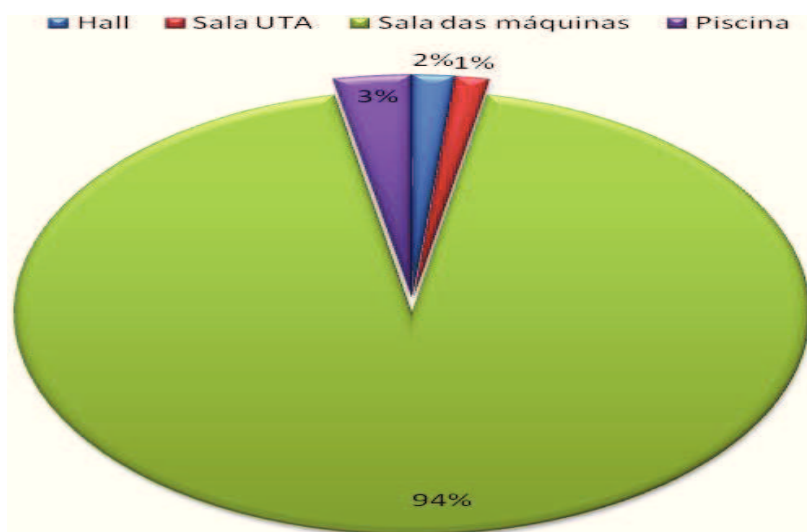
No que diz respeito ao consumo mensal de energia elétrica está associada a um consumo de tep, perfazendo um total de 42,82 tep. A isto, está igualmente associado uma emissão de CO<sub>2</sub> correspondente a um total de 9,36 toneladas de CO<sub>2</sub> (Tabela 13).

Tabela 13 - Consumo de tep e respetiva emissão de CO<sub>2</sub>

Período de Faturação	Mensalidades	Tep	KgCO <sub>2</sub>	TCO <sub>2</sub>
2009-12-26 a 2009-12-31	Janeiro	4,06	8.865,14	0,89
2010-01-01 a 2010-01-25				
2010-01-26 a 2010-02-25	Fevereiro	3,85	8.420,52	0,84
2010-02-26 a 2010-03-25	Março	3,71	8.112,20	0,81
2010-03-26 a 2010-04-25	Abril	4,09	8.936,58	0,89
2010-04-26 a 2010-05-25	Maio	3,81	8.332,16	0,83
2010-05-26 a 2010-06-25	Junho	3,78	8.260,72	0,83
2010-06-26 a 2010-06-30	Julho	3,52	7.689,20	0,77
2010-07-01 a 2010-07-31				
2010-07-26 a 2010-08-25	Agosto	1,63	3.570,12	0,36
2010-08-26 a 2010-09-25	Setembro	2,44	5.335,91	0,53
2010-09-26 a 2010-10-25	Outubro	3,92	8.569,98	0,86
2010-10-26 a 2010-11-25	Novembro	4,02	8.786,65	0,88
2010-11-26 a 2010-12-25	Dezembro	4,00	8.736,36	0,87

Para melhor se compreender o consumo energético desta instalação foi feito um inventário de todos os equipamentos elétricos e eletrónicos, bem como a iluminação, distribuindo o mesmo por cada divisão (ver anexo IV). Relativamente à referida tabela, pode-se fazer

uma comparação dos consumos por divisão, percebendo que o maior consumo advém da sala das máquinas, onde se encontram essencialmente motores e circuladores (Gráfico 6).



**Gráfico 6 - Distribuição dos consumos mais significativos por divisão**

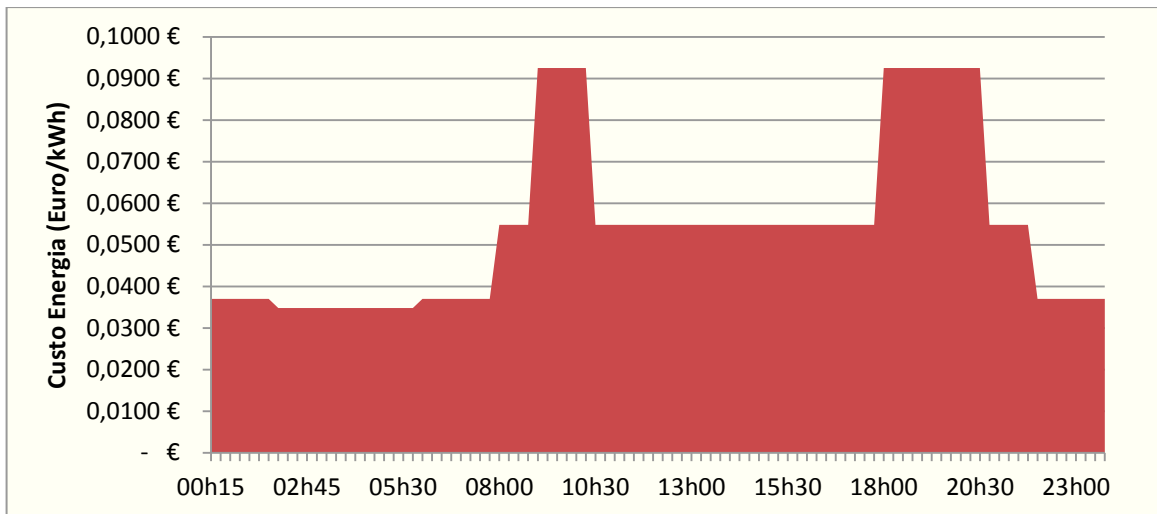
Por último, resta apresentar o peso que representa cada categoria de equipamentos consumidores de energia eléctrica, sendo que o mais significativo é o sistema de acumulação com um valor total de cerca de 13.000,00 Euros (Tabela 14).

**Tabela 14 - Custo por categoria de equipamento**

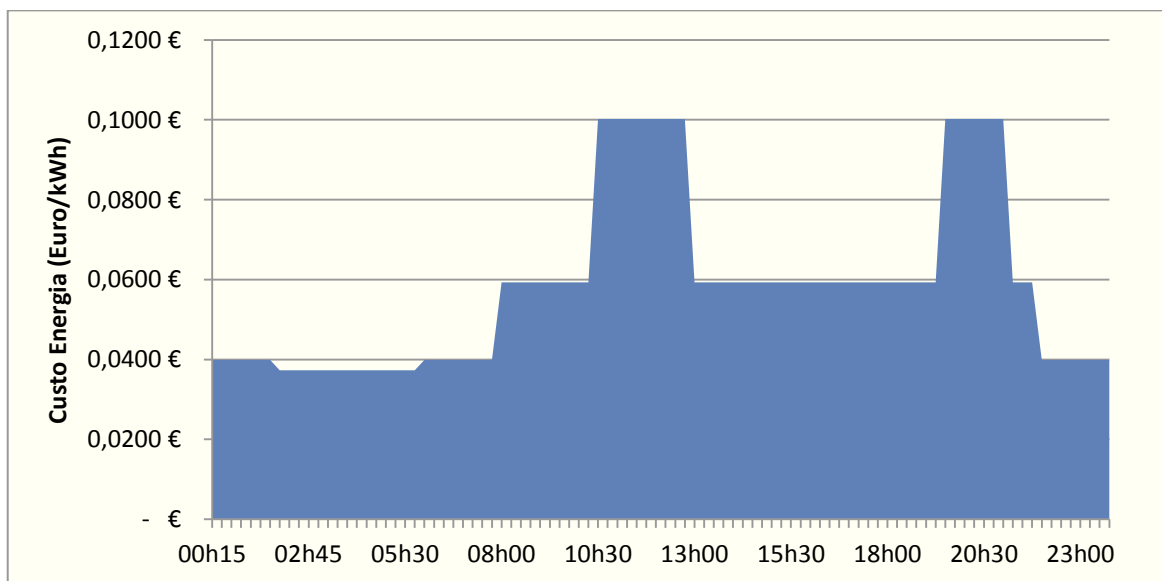
Equipamentos	Custo divisão (Euros)
Iluminação	1.057,40
Torre PC	186,08
Monitor	119,09
Impressora	103,16
Caldeira	231,12
1º grupo de bombas	338,97
Microondas	1,10
Arca-Frio	7,59
Sauna	853,35
Circulador	311,85
2º grupo de bombas	4.776,42
Sistema de Acumulação	13.355,00
Regulador	0,92
Ventilador	5.777,92

Por forma a posteriormente se fazer uma simulação dinâmica de várias medidas aplicadas à piscina por forma a promover a eficiência energética da mesma, distribui-se o consumo de

energia elétrica em 4 períodos distintos, em função do tarifário, por forma a criar 4 dias típicos de análise. Período I de 1 de Janeiro a 31 de Março (*Gráfico 7*); Período II de 1 de Abril a 30 de Junho (*Gráfico 8*); Período III de 1 de Julho a 30 de Setembro (*Gráfico 9*); e Período IV de 1 de Outubro a 31 de Dezembro (*Gráfico 10*).



**Gráfico 7 – Dia típico do período I**



**Gráfico 8 - Dia típico do período II**

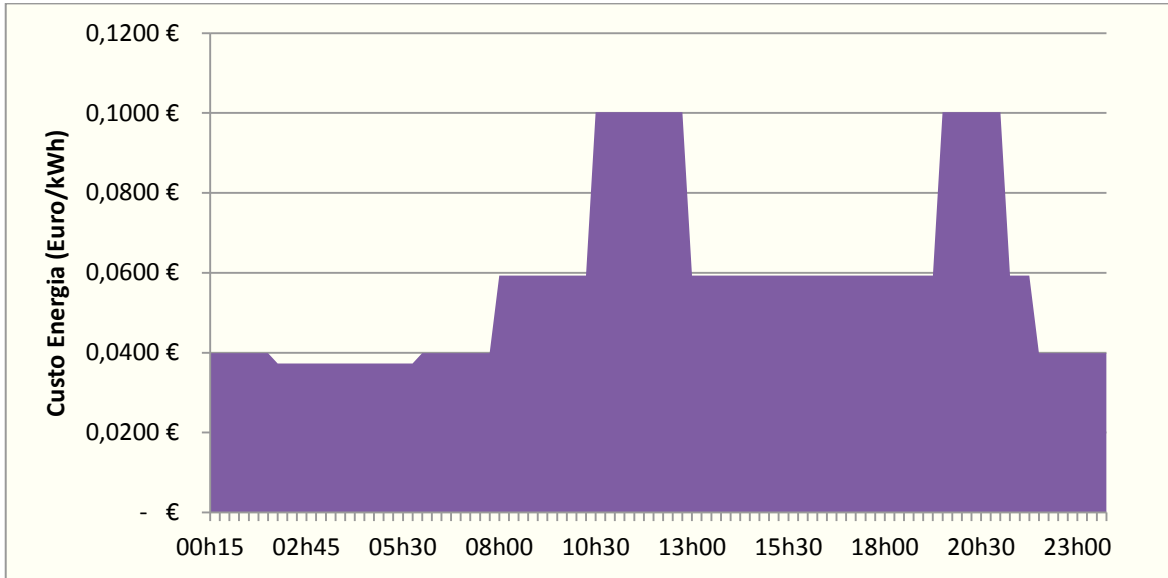


Gráfico 9 - Dia típico do período III

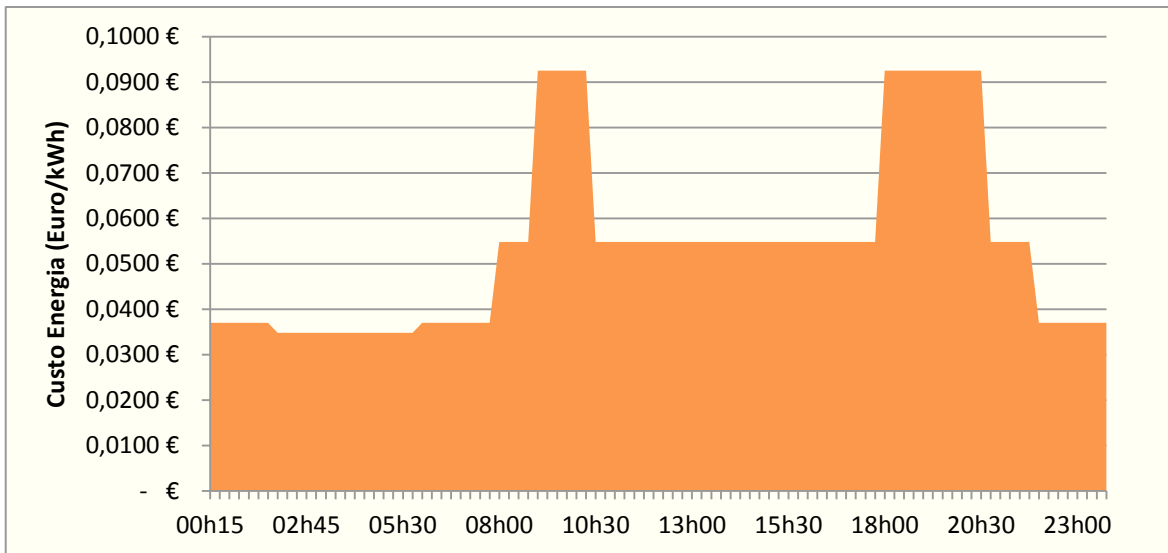


Gráfico 10 - Dia típico do período IV

### 3.3.2. Gás propano

A piscina municipal coberta de Miranda do Corvo possui uma caldeira a gás propano para produção de águas quentes sanitárias (AQS), aquecimento da água das duas piscinas, e de abastecimento à UTA.

No que diz respeito ao consumo de gás para AQS, no ano de 2010 foram consumidas 51 toneladas de gás propano o que corresponde a um valor total de 51.860,23 Euros (ver anexo V).

Na tabela seguinte está representado o consumo em tep e as respetivas emissões de CO<sub>2</sub> em função do consumo de gás propano da piscina coberta (Tabela 15).

**Tabela 15 - Consumo em tep de gás propano a granel e respectiva emissão em kg de CO<sub>2</sub>**

Guia	Data	Quantidade [ton]	Consumo [tep]	Emissão [kg CO <sub>2</sub> ]
2010000666	28-01-2010	2,702	3,08	8106,00
2010000858	06-02-2010	2,464	2,81	7392,00
2010001158	18-02-2010	3,031	3,46	9093,00
2010001462	02-03-2010	2,593	2,96	7779,00
2010001709	12-03-2010	2,941	3,35	8823,00
2010001940	25-03-2010	2,176	2,48	6528,00
2010002542	20-04-2010	2,089	2,38	6267,00
2010003002	12-05-2010	2,712	3,09	8136,00
2010003439	02-06-2010	2,014	2,30	6042,00
2010004033	02-07-2010	2,074	2,36	6222,00
2010005271	15-09-2010	2,307	2,63	6921,00
2010005707	12-10-2010	2,596	2,96	7788,00
2010006611	28-10-2010	2,434	2,77	7302,00
2010006354	09-11-2010	1,906	2,17	5718,00
2010006843	26-11-2010	3,154	3,60	9462,00
2010007123	09-12-2010	3,205	3,65	9615,00
2010007469	21-12-2010	2,537	2,89	7611,00
2010007665	29-12-2010	2,231	2,54	6693,00
2010000110	10-01-2011	2,586	2,95	7758,00
2011000417	24-01-2011	3,295	3,76	9885,00
TOTAL		51,047	58,19	153141,00

Por forma a perceber a comparação entre o consumo, em toneladas, e o custo, em euros, segue-se um gráfico ilustrador dessa relação (Gráfico 11).

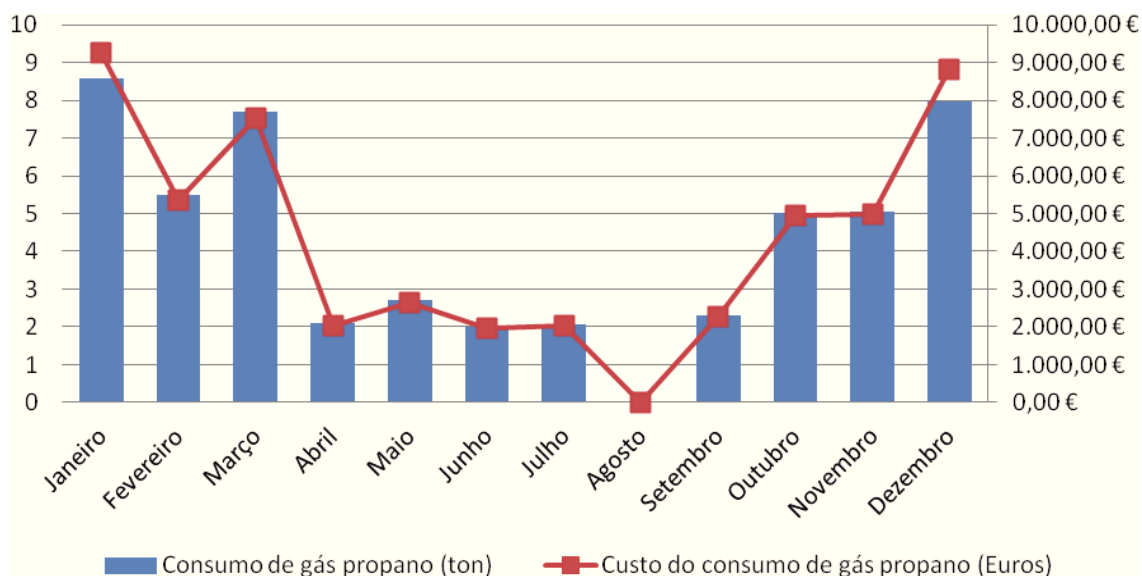


Gráfico 11 - Análise do consumo e custo de gás propano no ano de 2010

Por forma a posteriormente fazer uma simulação dinâmica de medidas de eficiência energética segue-se a representação gráfica do consumo de gás propano, ao longo do dia, nos diferentes períodos analisados, sendo que esta é uniforme em cada período uma vez que a caldeira está em pleno funcionamento 24h sob 24h (Gráfico 12).

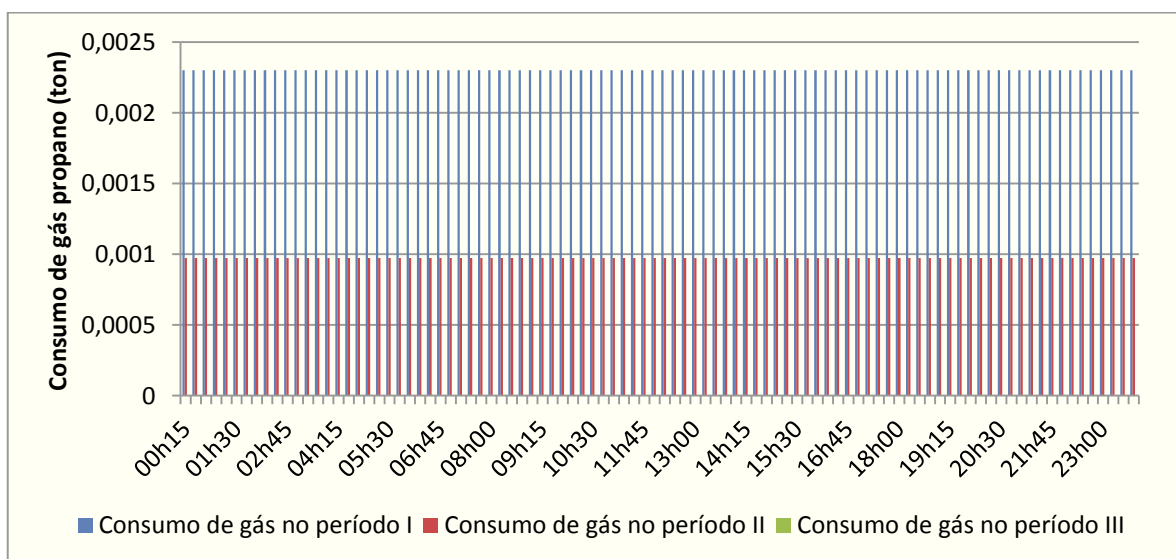


Gráfico 12 - Comparação entre os dias típicos de consumo de gás propano

### 3.4. Conclusão da caracterização energética

---

A piscina presente no caso de estudo tem um consumo anual de 42,82 tep correspondente ao consumo de eletricidade, e 58,19 tep correspondente ao consumo de gás, perfazendo um total de 101,01 tep consumidos no ano de 2010 (Gráfico 13).

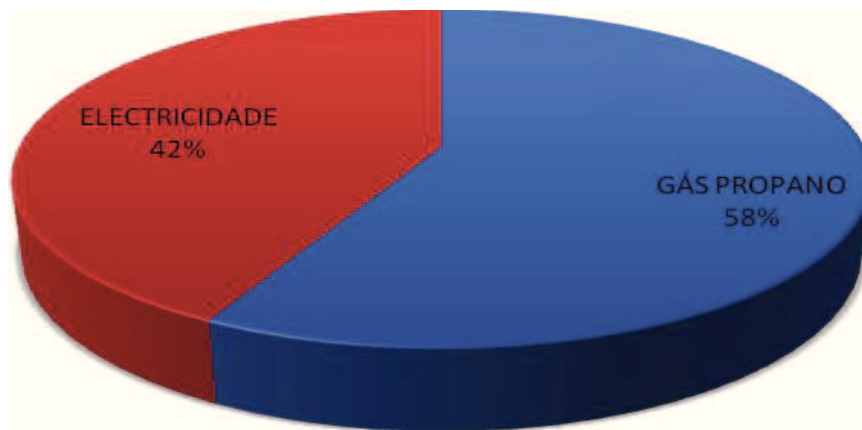


Gráfico 13 – Perfil energético da instalação no ano de 2010

No que diz respeito ao IEE, a piscina de Miranda do Corvo tem um índice de 48,98 kgep/m<sup>2</sup>.ano, valor este, acima do parâmetro legislado para clubes desportivos com piscina, no valor de 35 kgep/m<sup>2</sup>.ano; e um indicador de desempenho energético de 0,0034 tep/ocupante.



## 4. Metodologia das medidas aplicadas

---

No que diz respeito às oportunidades de racionalização do consumo de energia em piscinas, estas também serão estudadas, separadamente, em relação ao consumo de energia eléctrica e consumo de gás.

As potenciais oportunidades de racionalização do consumo de energia eléctrica passam por um conjunto de boas práticas pelos responsáveis pelas piscinas e utilizadores das mesmas, bem como pela alteração e substituição de alguns equipamentos eléctricos e eletrónicos.

As potenciais oportunidades de racionalização do consumo de gás, passam igualmente por boas práticas, mas mais essencialmente pela possível alteração do tipo de combustível utilizado para aquecimento/arrefecimento, tanto da água das piscinas e banhos, como da temperatura do ar ambiente. Uma estratégia de controlo adequada, em conjunto com a colocação da cobertura de piscina à noite (no período de não funcionamento da mesma), é uma medida de racionalização de energia que permite grandes poupanças ao longo do ano (Ribeiro, Jorge, & Quintela).

Quanto à medida da aplicação diária da tela sobre o plano de água, o cálculo será feito segundo a seguinte fórmula:

- i) Redução de energia eléctrica (%) =  $\frac{\text{Consumo real de energia eléctrica (tep)}}{\text{CS-5}^3 \text{ (tep)}} \times 100$
- ii) Redução de gás (%) =  $\frac{\text{Consumo real de gás (tep)}}{\text{CS-5}^4 \text{ (tep)}} \times 100$

No que diz respeito à medida – substituição de lâmpadas por lâmpadas LED – deverá ser criada uma nova folha de cálculo em *Excel*, onde serão distribuídos os consumos de eletricidade correspondentes ao inventário previamente feito das luminárias. Aqui os pressupostos serão: que as lâmpadas seriam todas encerradas no período da noite e horas de encerramento da instalação; no período III, uma vez que só existem atividades do clube

---

<sup>3</sup> Consumo de energia eléctrica total (em tep) em que no período noturno existe o pleno funcionamento do sistema AVAC (Ribeiro, Jorge, & Quintela)

<sup>4</sup> Consumo de gás (em tep) em que no período noturno existe o pleno funcionamento do sistema AVAC (Ribeiro, Jorge, & Quintela)

náutico as luzes são muito menos utilizadas; e que no período de inverno são muito mais utilizadas uma vez que têm de ser ligadas muito mais cedo. Neste caso, será apenas considerada a substituição das lâmpadas<sup>5</sup> por algo mais eficiente, uma vez que no caso concreto da iluminação não é possível transferir os consumos para faturação mais barata. Paralelamente, e tendo em conta o estudo de mercado, foi distribuído um novo consumo de energia, já com a redução de potência considerada, utilizando o mesmo pressuposto. O mesmo procedimento deverá ser feito nos 4 dias típicos de análise da energia elétrica.

Após a análise gráfica, foram feitos alguns cálculos para análise das propostas:

- i)  $Energia\ Consumida = Potência\ Equipamento\ (kW) \times Horas\ de\ utilização\ \left(\frac{horas}{dia}\right) \times$   
 $Número\ de\ equipamento\ (s.\ u.) \times Número\ de\ dias\ de\ funcionamento\ da\ piscina\ (dias)$
- ii)  $Custo\ (Euros) = Energia\ Consumida\ (kWh) \times Custo\ Energia\ 2010\ \left(\frac{Euro}{kWh}\right)$
- iii)  $Investimento\ (Euros) =$   
 $Valor\ equipamento\ (Euros) \times Número\ de\ equipamentos\ (s.\ u.)$
- iv)  $Redução\ de\ custos\ (Euros) = Custo\ real\ (Euros) - Custo\ novo\ cenário\ (Euros)$
- v)  $Tempo\ de\ retorno\ (anos) = \frac{Redução\ (Euros)}{Investimento\ (Euros)}$

Este procedimento deverá ser repetido para as várias medidas analisadas, tanto de eletricidade como de gás propano.

Redesenhar o sistema de filtragem de uma piscina e usá-lo de forma mais eficiente pode reduzir o consumo de energia e, conseqüentemente, a produção de CO<sub>2</sub>, de uma maneira muito significativa. Ensaios experimentais, afirmam que usando um variador de frequência em sistemas de bombas monofásicas, é possível obter economias de energia elétrica na ordem nos 40%. (Hameiri, Spooner, & Sproul, 2008)

No que diz respeito à medida – Instalação de VEV's no sistema de bombagens – serão criados 3 cenários: um primeiro, com a passagem do consumo das bombas para horas de vazio; um segundo, com a instalação de variadores de frequência altivar em todas as bombas; e um terceiro com as 2 medidas combinadas. Os pressupostos na construção desta folha de cálculo em *Excel* serão: que as bombas trabalham atualmente 24h sob 24h; e que a instalação de VEV's irá permitir uma redução de 40%.

---

<sup>5</sup> Não será tido em conta o consumo dos balastros.

Relativamente ao consumo de gás, normalmente com um peso muito significativo na fatura das piscinas municipais, deverão ser analisadas 3 medidas a aplicar para reduzir o consumo: instalação de painéis solares, bomba de calor e caldeira de pellets. Em cada caso dever-se-á analisar individualmente e depois combinados a fim de determinar a melhor solução de eficiência energética.

No que toca às simulações dinâmicas das várias medidas, deverá ser criado uma folha de cálculo em *Excel*, onde serão simulados vários cenários com a caldeira a pellets, a bomba de calor e os painéis solares, sendo que o objetivo será sempre determinar o cenário que representar o menor custo para a instalação.



## *5. Resultados e análise*

---

Neste capítulo foram analisadas diversas medidas, consideradas significativas para a redução de consumos e custos da instalação. Foi subdividido em vários subcapítulos, sendo eles iluminação, computadores, bombas, e produção de AQS.

No primeiro subcapítulo, foi analisada a substituição de lâmpadas fluorescentes compactas por LED. No segundo, foi a troca de computadores de secretaria por computadores portáteis. No terceiro subcapítulo, foi analisada a instalação de variadores de frequência nos sistemas de bombas. Por último, para a produção de AQS, foram analisadas a instalação de uma caldeira a pellets, painéis solares e bombas de calor.

## 5.1. Iluminação

Nesta instalação existem dois tipos de lâmpadas presentes em maior quantidade e com mais horas de funcionamento, as fluorescentes tubulares T8 de 150cm e 58 watts e T8 120cm de 36 watts. Depois de analisadas as opções existentes para tornar a iluminação deste equipamento das piscinas menos pesada, a que apresenta tempos de retorno inferiores é a tecnologia LED. Neste caso, lâmpadas LED T8 de 22 watts para substituir as existentes de 58 watts (preço unitário<sup>6</sup> de 44,80€) e lâmpadas LED T8 de 18 watts para substituir as existentes de 36 watts (preço unitário<sup>1</sup> de 37,90€) (Gráfico 14; Gráfico 15; Gráfico 16 e Gráfico 17).

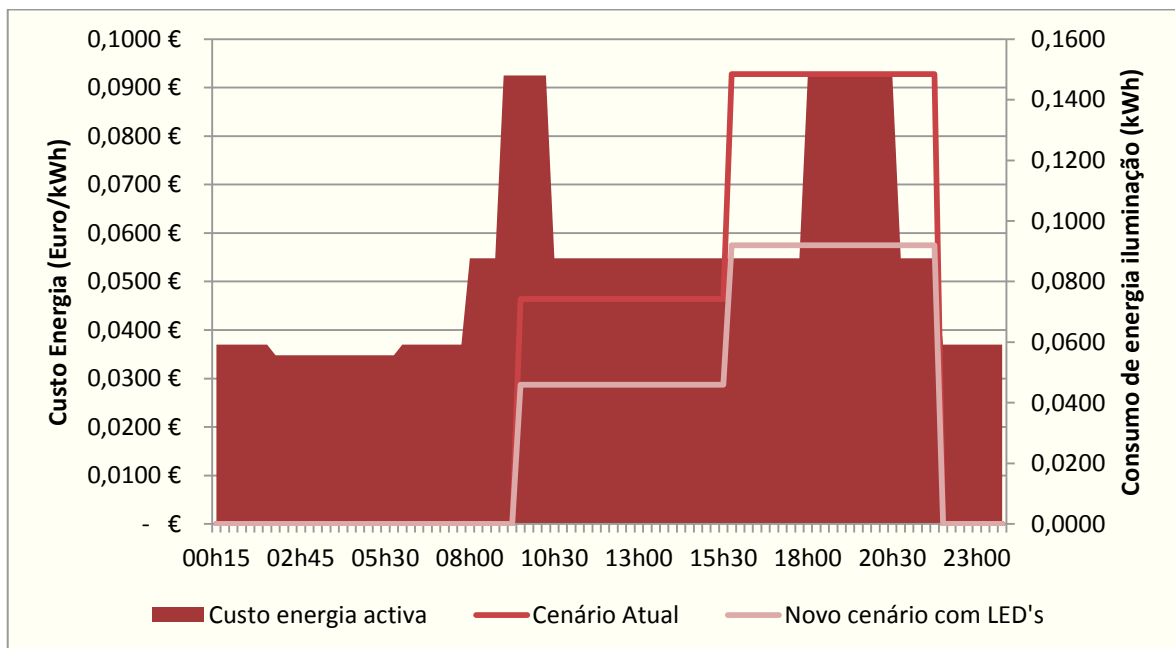


Gráfico 14 – Comparação de consumos de energia no cenário atual e o novo cenário com LED's no dia típico do período I

<sup>6</sup> O preço considerado foi tido em conta após uma análise de mercado a 3 empresas, sendo que o critério foi a seleção do preço inferior:

<http://www.simon.es/pt/>

<http://www.lux-concept.com>

<http://www.waterluz.com/iluminao>

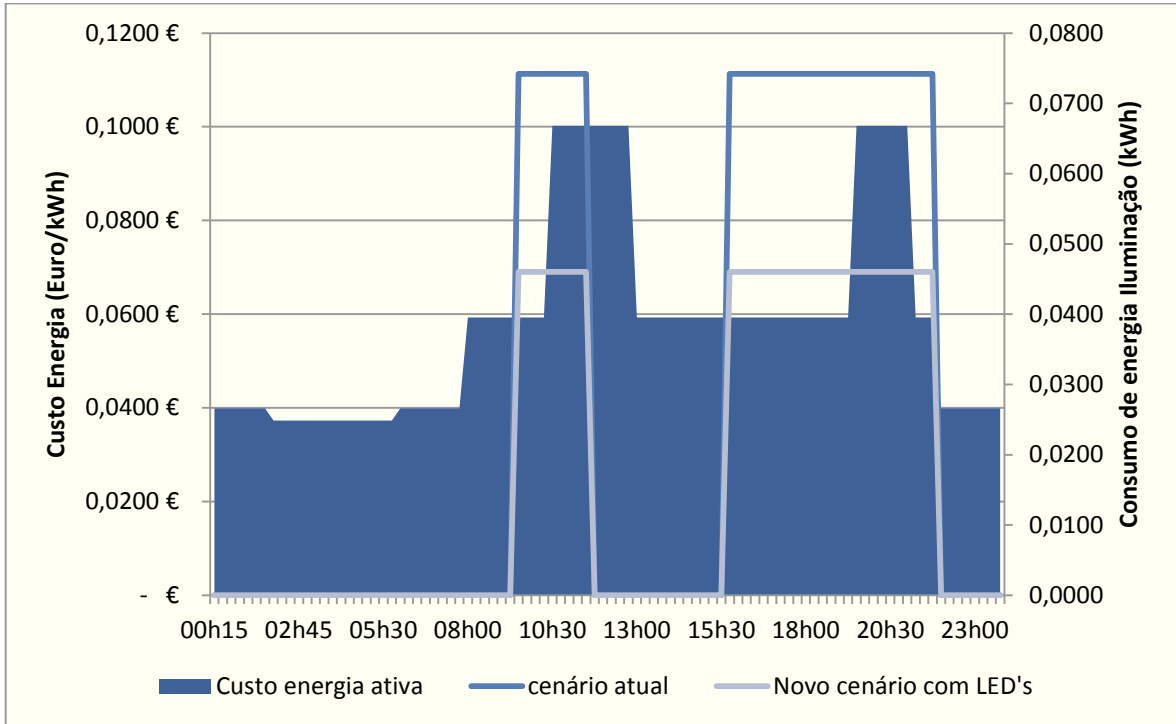


Gráfico 15 – Comparação de consumos de energia no cenário atual e o novo cenário com LED's no dia típico do período II

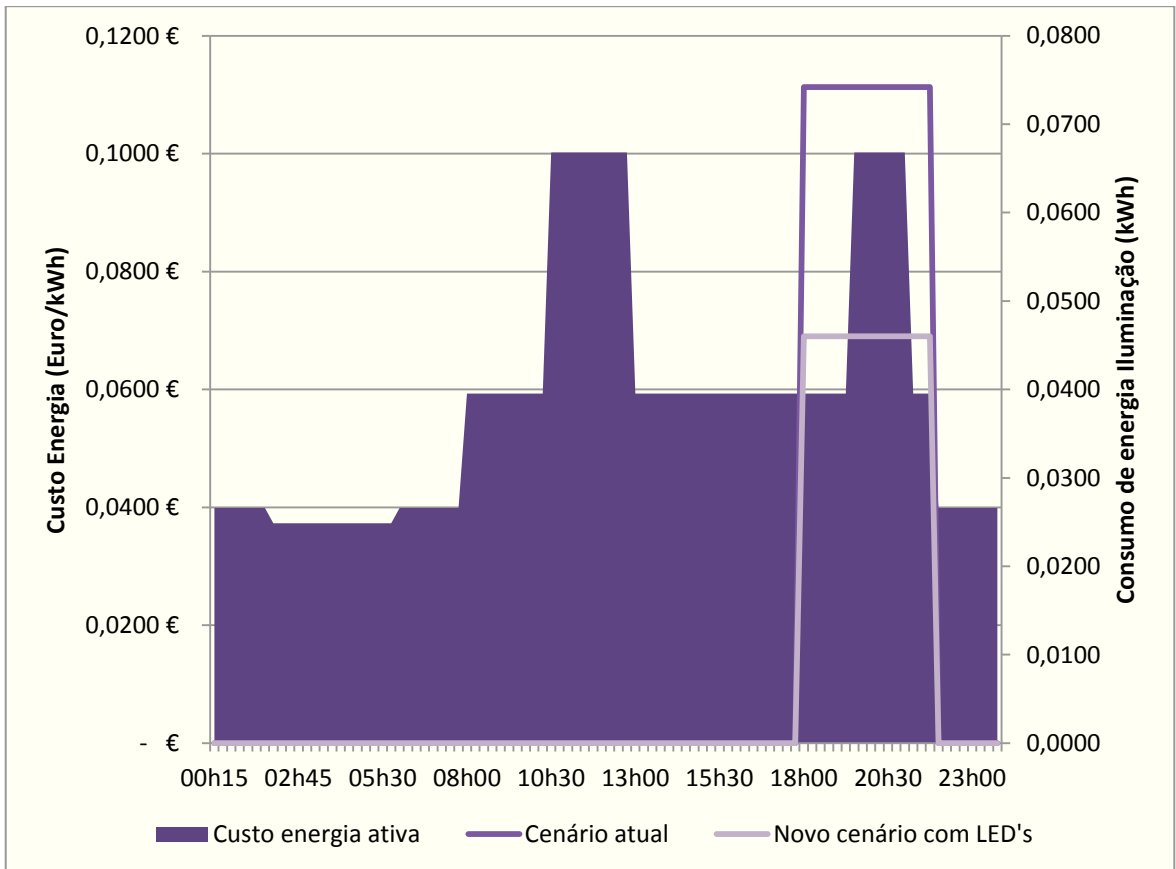
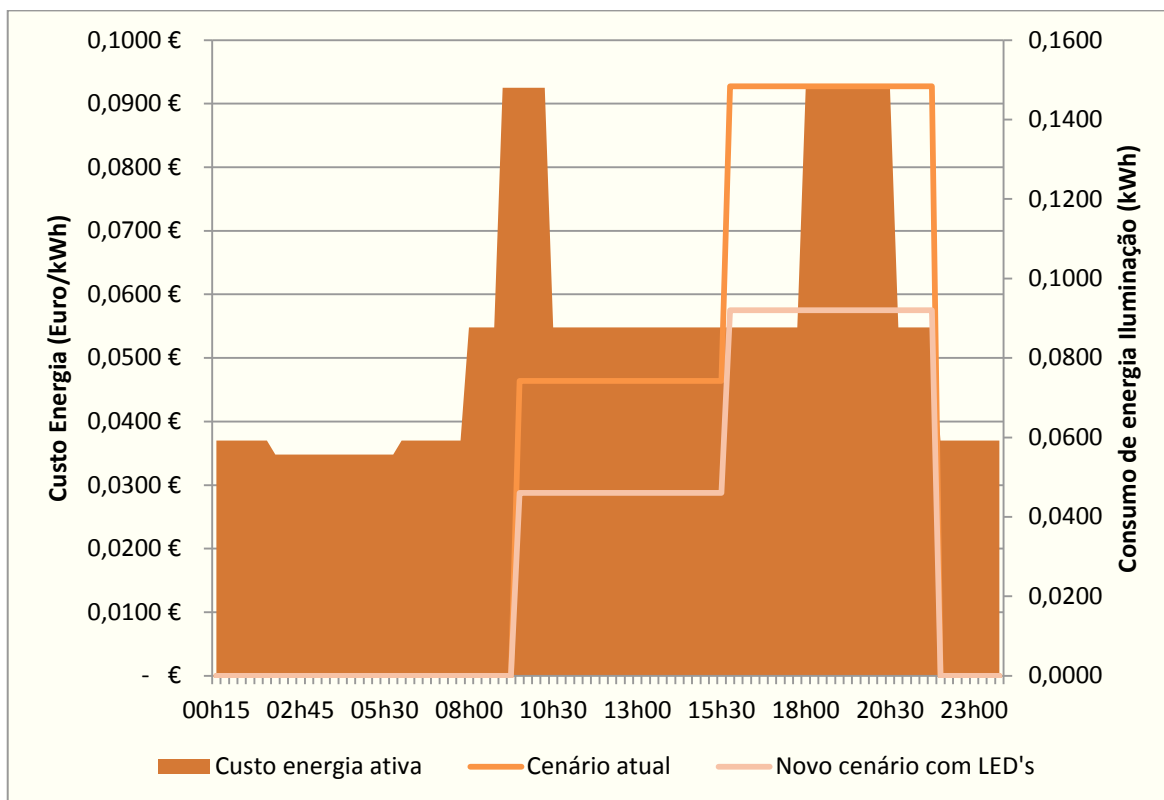


Gráfico 16 – Comparação do consumo de energia no cenário atual e no novo cenário com LED's num dia típico do período III



**Gráfico 17 – Comparação do consumo de energia no cenário atual e no novo cenário com LED's num dia típico do período IV**

Nos gráficos acima, é possível ver uma redução bastante significativa com a substituição das lâmpadas, uma vez que a maioria dos consumos coincide com os períodos de faturação mais caros. De seguida, é apresentando num quadro resumo, o valor de investimento para esta medida bem como o tempo de retorno (Quadro 10 e Quadro 11).

Substituição T8 150cm 58 watts	
Cenário Atual	Novo Cenário
Nº de Equipamentos: 77	Nº de Equipamentos: 77
Energia consumida: 7.562,02 kWh/ano	Energia consumida: 2.868,35 kWh/ano
Potência de cada lâmpada: 58 watts	Potência de cada Lâmpada: 22 watts
Custo: 1.030,70 €/ano	Custo: 390,96 €/ano
Investimento: 3.449,60 €	
- 639,75 € / - 62,07%	
Tempo de retorno: 5,39 anos	

**Quadro 10 - Resumo da medida de troca de lâmpadas T8 150cm e 56 watts por lâmpadas equivalentes em LED de 150cm e 22 watts**

Substituição T8 120cm 36 watts	
Cenário Atual	Novo Cenário
Nº de Equipamentos: 16	Nº de Equipamentos: 16
Energia consumida: 560 kWh/ano	Energia consumida: 280 kWh/ano
Potência de cada lâmpada: 36 watts	Potência de cada Lâmpada: 18 watts
Custo: 76,33 €/ano	Custo: 38,16 €/ano
Investimento: 606,40 €	
- 38,16 € / - 50%	
Tempo de retorno: 15,89 anos	

**Quadro 11 - Resumo da medida de troca de lâmpadas T8 120 cm e 36 watts por lâmpadas equivalentes em LED de 120cm e 18 watts.**

## 5.2. Computadores

A troca dos dois computadores de secretária existentes nas instalações também ajudariam a poupar na conta de energia elétrica, pois apesar de não estarem presentes em grande número, a potência destes é elevada e o tempo de funcionamento diário também, por isso a troca recomendada teria um tempo de retorno inferior a 4 anos (Quadro 12). Neste caso, não foram recriados os gráficos dos dias típicos por se tratar de um valor pouco significativo.

Computadores de Secretária	
Cenário Atual	Novo Cenário
Nº de Equipamentos: 2 computadores	Nº de Equipamentos: 2 portáteis
Energia consumida: 2.394,56 kWh/ano	Energia consumida: 389,36 kWh/ano
Potência média: 492 watts/computador	Potência média: 80 watts/portátil
Custo: 326,38 €/ano	Custo: 53,07 €/ano
Investimento: 998,00 <sup>7</sup> €	
- 273,31€ / - 83,74 %	
Tempo de Retorno: 3,65 Anos	

Quadro 12 - Resumo da medida de troca de computadores de secretária por computadores portáteis

<sup>7</sup> Valor base de 499,00 Euros para um portátil *HP Pavilion g series 4GB de memória*, em qualquer loja como Worten, Radio Popular ou Eletronics. Preço de consulta a 21 de Maio de 2012 online.

### 5.3. *Sistemas de bombagem*

Para reduzir os consumos e consequentes despesas com os sistemas de bombas, são propostos dois equipamentos, os VEV's.

Neste caso concreto, foram feitos numa primeira análise a comparação gráfica entre o consumo atual real; um novo cenário com alteração das horas de consumo; um segundo cenário com VEV's e por último, a combinação de ambas as medidas (Gráfico 18; Gráfico 19; Gráfico 20 e Gráfico 21).

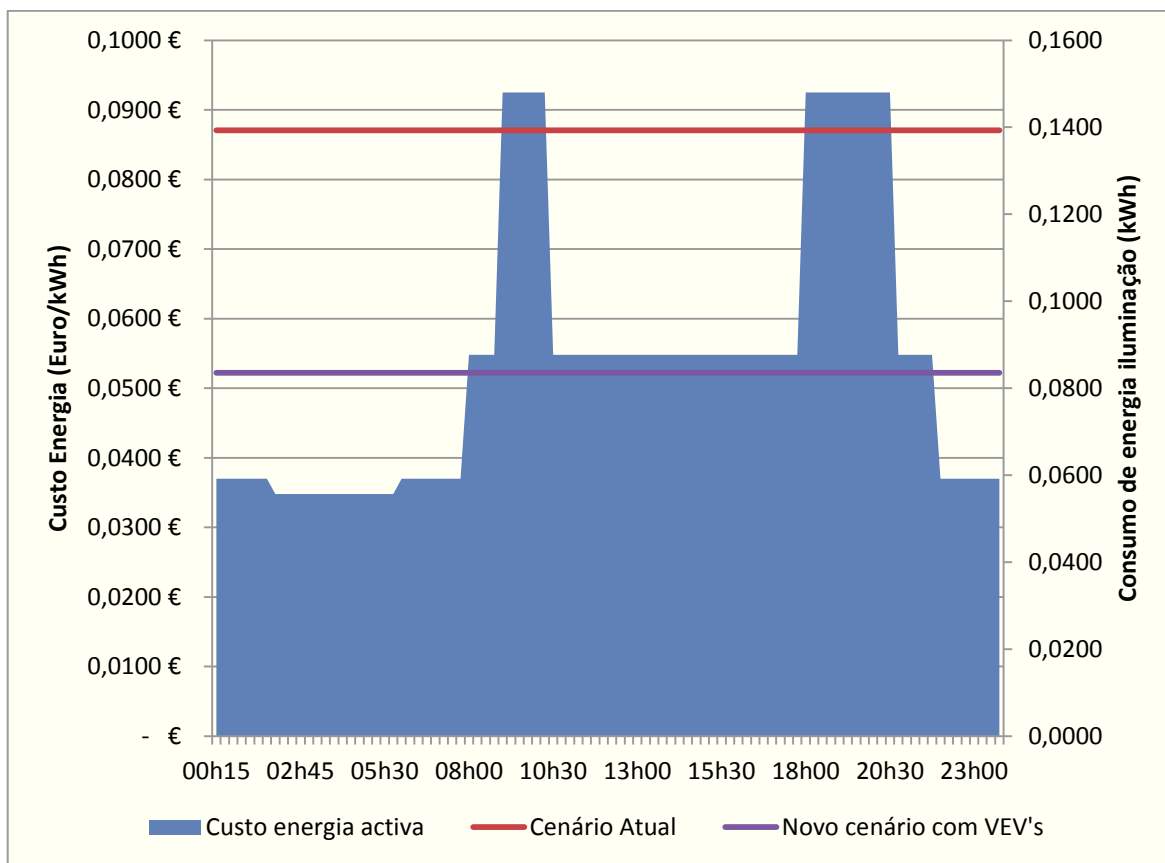


Gráfico 18 - Comparação entre o consumo de energia dos diferentes cenários no período I

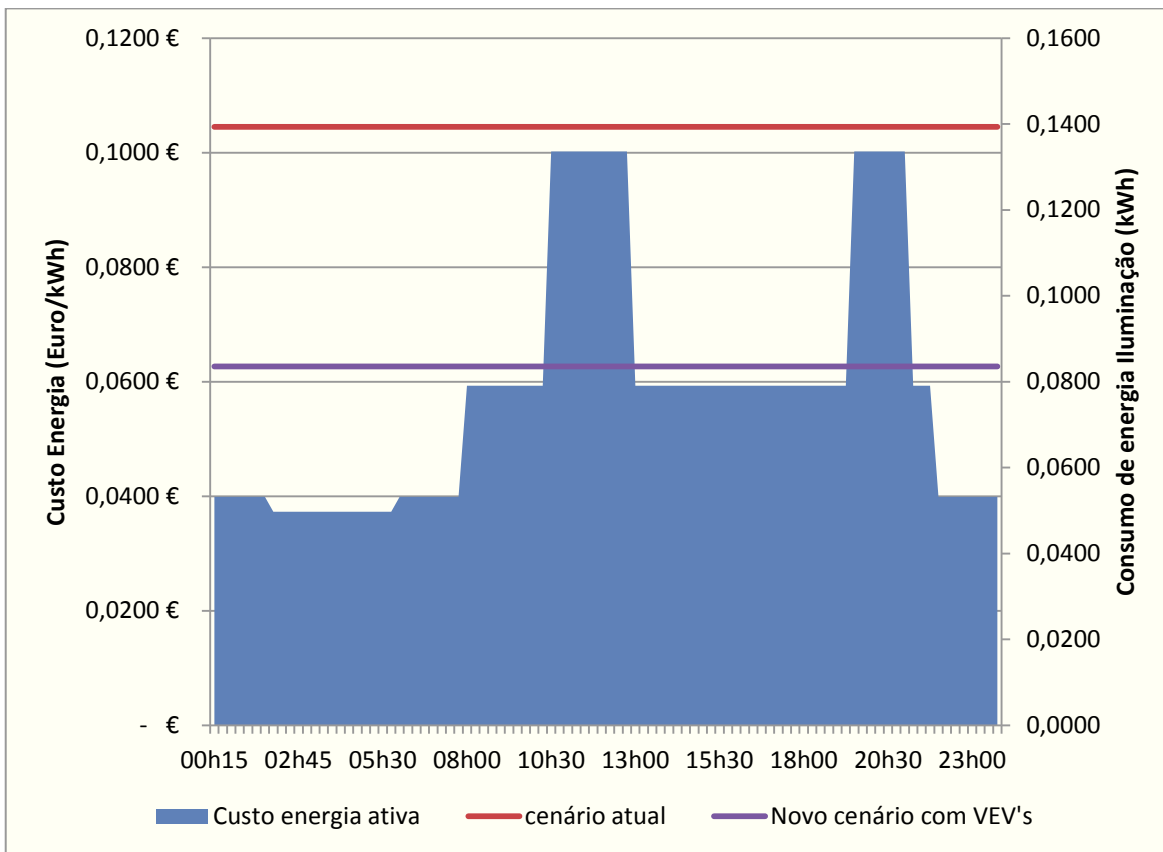


Gráfico 19 - Comparação entre o consumo de energia dos diferentes cenários no período II

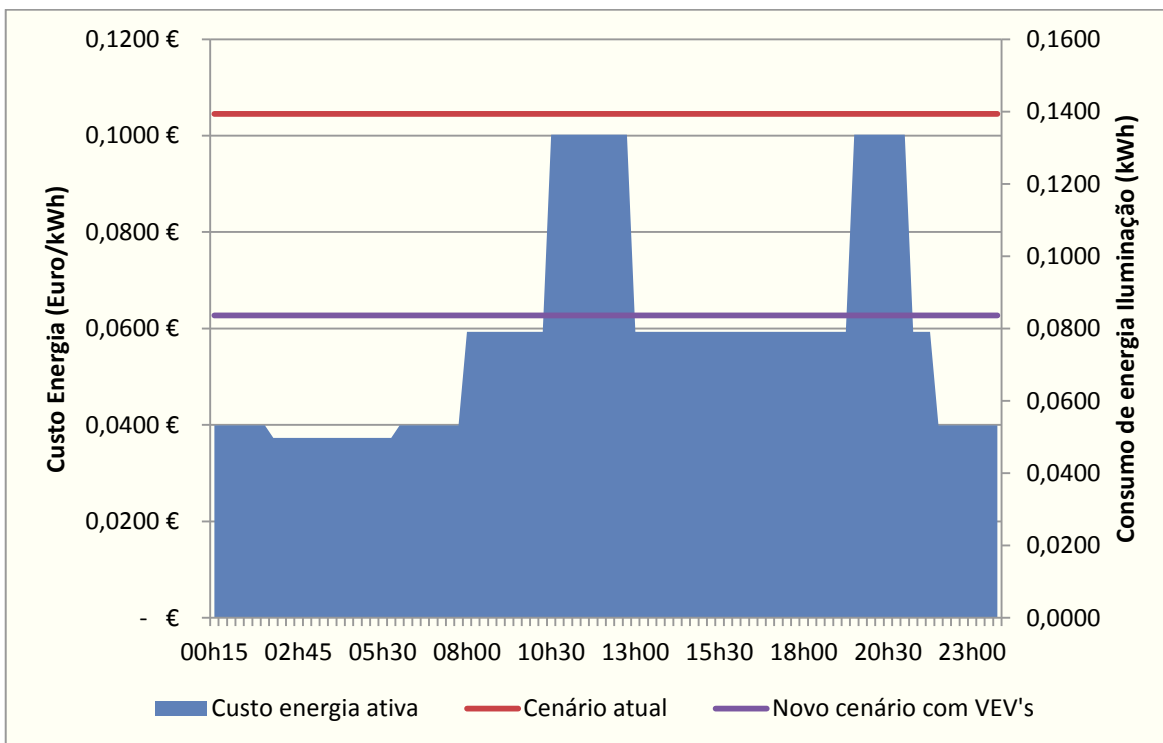


Gráfico 20 - Comparação entre o consumo de energia dos diferentes cenários no período III

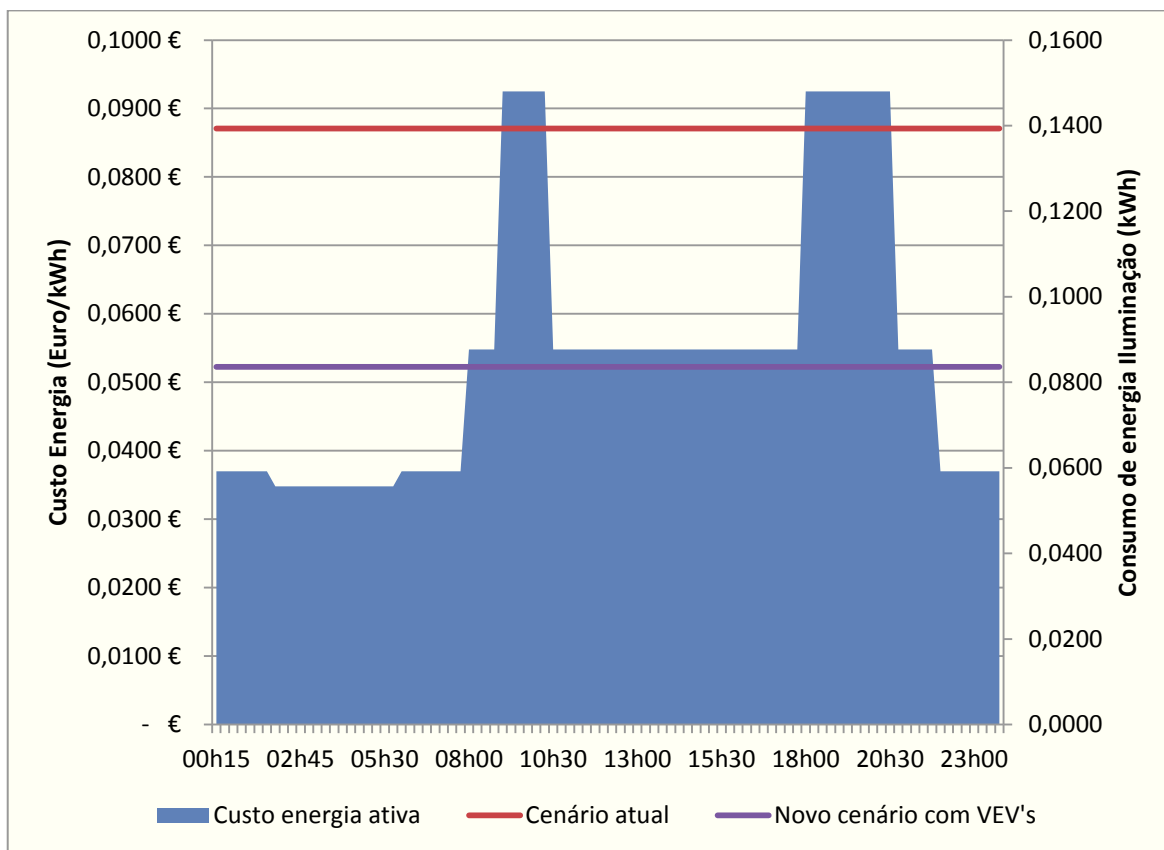


Gráfico 21 – Comparação entre o consumo de energia dos diferentes cenários no período IV

Como nas piscinas cobertas existem 5 motores, sendo 3 de 1,5kW e os restantes 2 de 5,5kW, os VEV's considerados são os adequados para as diferentes potências (foram tidos como exemplos os Variadores de Frequência Altivar, com o preço unitário<sup>8</sup> de 360,00 € e 1.140,00 €, para os motores de 1,5kW e 5,5kW respetivamente) (Quadro 13 e Quadro 14).

<sup>8</sup> Os valores escolhidos foram obtidos pelo catálogo da empresa WaterLuz.

Instalação de Variadores de Frequência (motores de 1,5 kW)	
Cenário Atual	Novo Cenário
Nº de Equipamentos: 0	Nº de Equipamentos: 3
Energia consumida: 10.881 kWh/ano	Energia consumida: 8.160,75 kWh/ano
Custo: 1.483,08 €/ano	Custo: 1.112,31 €/ano
Investimento: 1.080,00€	
-370,77 € / -25%	
Tempo de Retorno: 2,91 Anos	

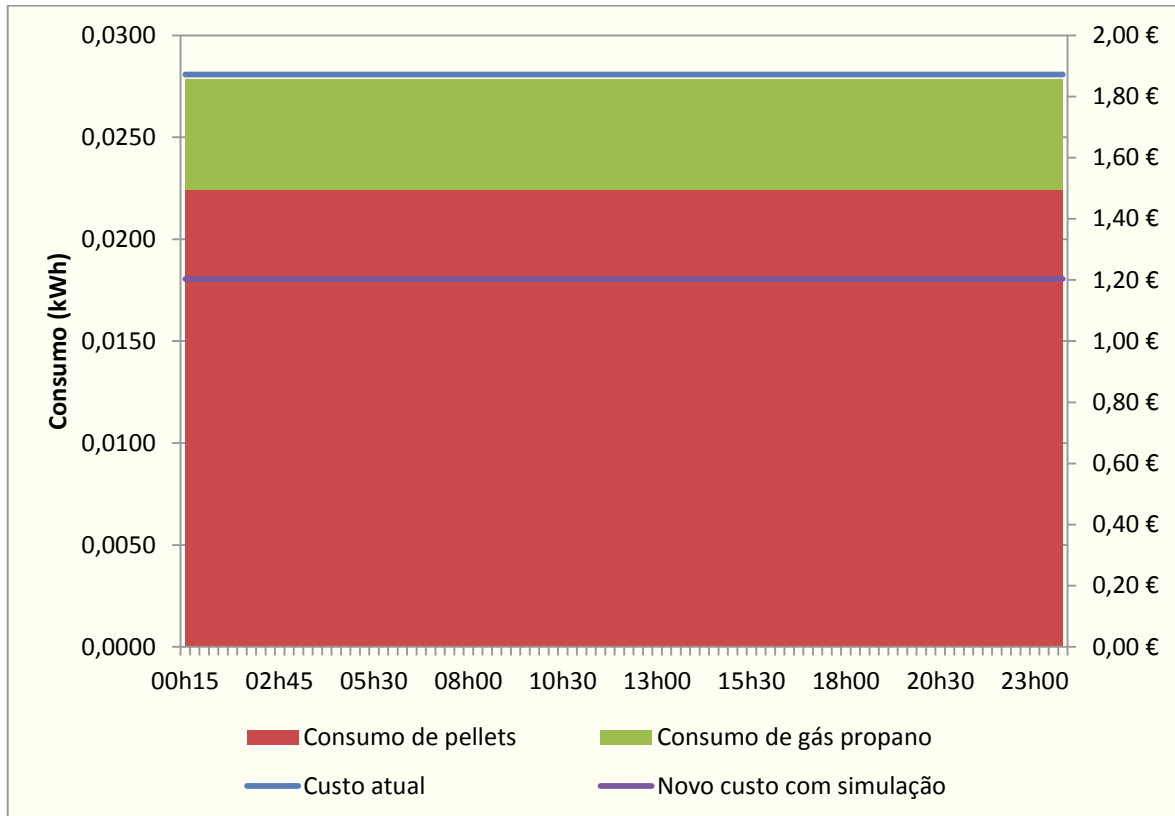
**Quadro 13 - Resumo da medida de instalação de variadores eletrônicos de velocidade nos motores de 1,5 kW**

Instalação de Variadores de Frequência (motores de 5,5 kW)	
Cenário Atual	Novo Cenário
Nº de Equipamentos: 0	Nº de Equipamentos: 2
Energia consumida: 26.598 kWh/ano	Energia consumida: 19.948,5 kWh/ano
Custo: 3.625,31 €/ano	Custo: 2.718,98 €/ano
Investimento: 2.280,00€	
-908,33 € / -25%	
Tempo de Retorno: 2,52 Anos	

**Quadro 14 - Resumo da medida de instalação de variadores eletrônicos de velocidade nos motores de 5,5 kW**

## 5.4. Produção de AQS

No caso particular da instalação de caldeira de pellets, foi considerado que a mesma iria substituir o consumo de gás propano em 80%, com base no seu rendimento de funcionamento (Gráfico 22).

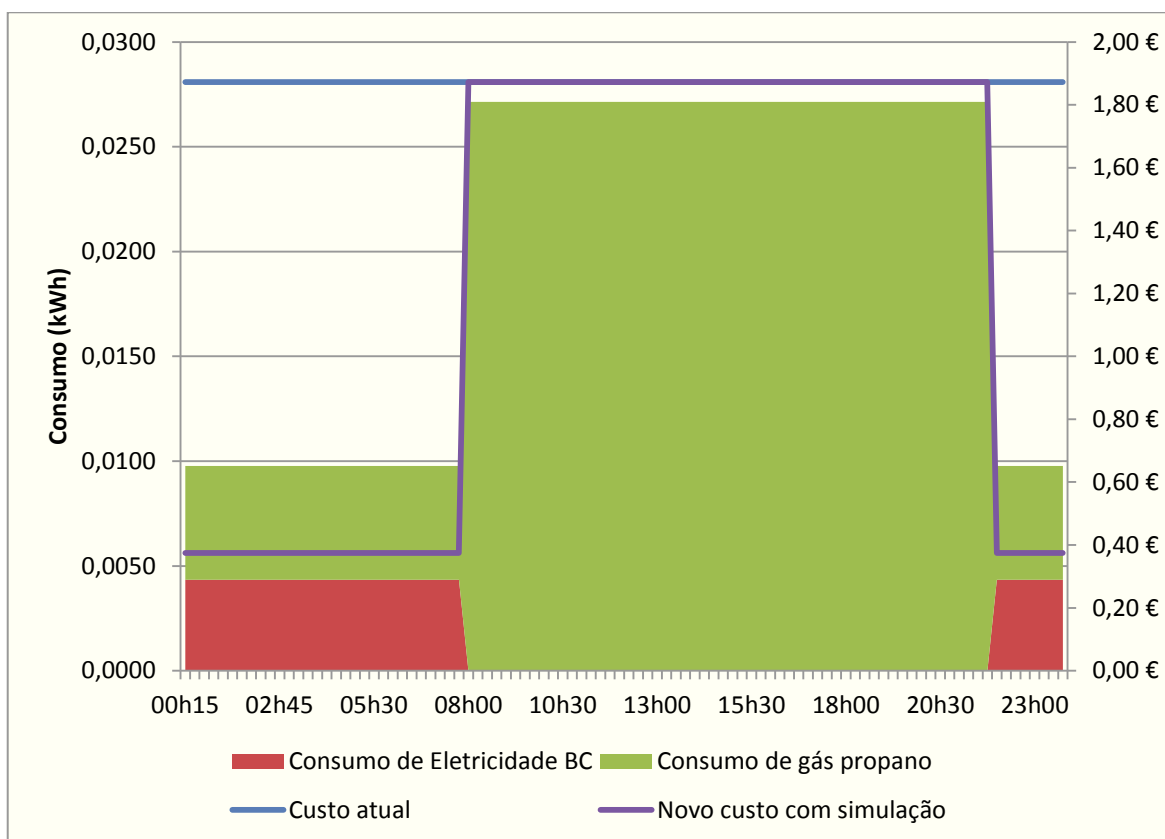


**Gráfico 22 - Consumo de gás propano com instalação de caldeira a pellets, e comparação de custos**

Com a instalação de uma caldeira a pellets, permitiu reduzir o custo diário em 62,87 Euros e recriar um custo diário com o consumo de energia para AQS de 113,12 Euros.

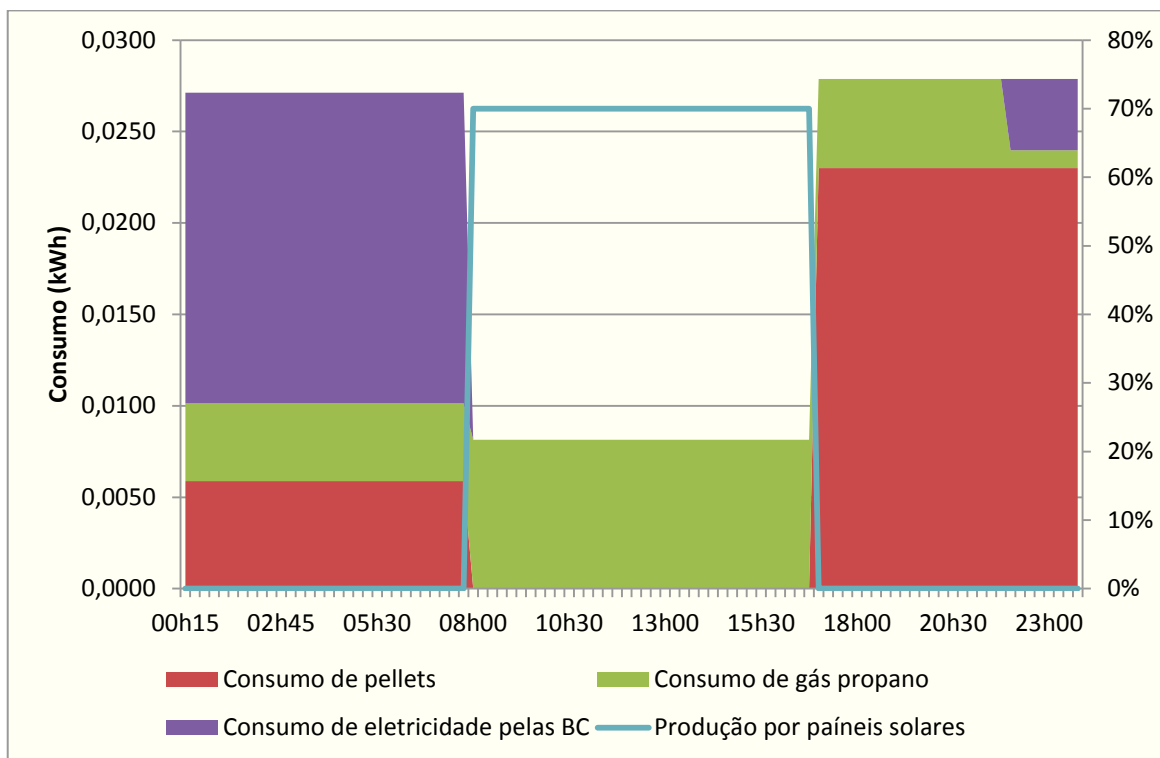
Instalação de Caldeira a pellets	
Cenário Atual	Novo Cenário
Nº de Equipamentos: 0	Nº de Equipamentos: 1
Custo: 37.934,45 €/ano	Custo: 22.947,55 €/ano
Investimento: 125.028,51 €	
-14.986,90 € / - 40 %	
Tempo de Retorno: 8,34 Anos	

Foram consideradas as bombas de calor, que permitem aquecer a AQS e a água para os tanques com energia elétrica, no entanto para se tornarem eficientes devem ser apenas utilizadas nas horas em que a energia é mais barata (Gráfico 23). (L. Johansson, 2001)



**Gráfico 23 – Consumo de energia com instalação de bombas de calor e comparação de custos – Período I**

No modelo combinado, considerou-se a produção de painéis solares no período de horas de sol, as bombas de calor no período em que o custo da eletricidade é mais baixo e a caldeira de pellets entre estes dois períodos (Gráfico 24).



**Gráfico 24 – Consumo dos diferentes tipos de energia para a AQS – Período I**

Com esta combinação foi possível poupar um custo diário de 72,06 Euros com o aquecimento das águas quentes sanitárias e dos tanques das piscinas, permitindo assim um custo total diário de 103,93 Euros (Tabela 16).

**Tabela 16 – Resumo da medida combinada de instalação de painéis solares, bombas de calor e caldeira a pellets**

Instalação combinada de painéis solares, bombas de calor e caldeira a pellets	
Cenário Atual	Novo Cenário
Nº de Equipamentos: 0	Nº de Equipamentos: 92 + 1 + 2 <sup>9</sup>
Custo: 37.934,45 €/ano	Custo: 26.301,90 €/ano
Investimento: 275.028,51 €	
-11.632,55 € / -30,66 %	
Tempo de Retorno: 10,46 Anos	

<sup>9</sup> 92 painéis solares, 1 caldeira a pellets, e 2 bombas de calor

Feitos os cálculos é possível verificar um tempo de retorno um pouco elevado, na ordem dos 10 anos. Assim é de todo essencial que se incida mais na redução de consumos antes de investir na instalação combinada de vários sistemas que ainda apresentam custos muito elevados face a poupança que permitem obter.

## 6. Conclusões e desenvolvimentos futuros

---

As considerações e conclusões tidas como pertinentes foram já enunciadas ao longo do trabalho. Assim, neste capítulo, procurar-se-á sobretudo efetuar a respetiva listagem ou síntese e sumariar os aspetos essenciais do trabalho que foi desenvolvido.

Assim sendo, foi possível perceber o peso que este tipo de instalações tem para as autarquias, tanto no seu custo de manutenção e funcionamento, como no seu peso em termos de consumo de tep's e emissões de CO<sub>2</sub>. Dada a atual crise financeira que o país atravessa é de todo importante que estes estudos se mantenham para que possamos cada vez mais determinar quais as medidas de eficiência energética a implementar para que as piscinas se tornem cada vez mais sustentáveis e que representem igualmente menores custos para as autarquias.

Foi possível também verificar que é importante primeiramente dar importância à redução do consumo de energia e aumentar a manutenção dos equipamentos para que não percam o seu rendimento máximo, e então depois avaliar a instalação de novas fontes de energia para as instalações.

Segundo as medidas desenvolvidas ao longo do estudo, chegamos a tempos de retorno muito díspares bem como valores de investimento igualmente díspares. No entanto, é importante analisar o mix energético da instalação, verificando o que representa o maior peso energético. No presente estudo caso, o consumo de gás propano é o que representa o peso mais significativo, sendo que deverá ser nessa área que se deverá investir e dar prioridade para promover a sua eficiência energética, uma vez que a poupança permitida será muito mais influente na redução do mix energético.

De realçar que a medida simples de aplicação diária da tela sobre a piscina, também permite poupanças muito significativas, uma vez que a taxa de evaporação da água da piscina diminui e como tal permite reduzir o consumo de gás e eletricidade para manter as temperaturas e humidades desejadas na nave da piscina. Neste caso concreto, não acrescenta nenhum custo acrescido, uma vez que a tela existe, mas sim apenas uma alteração de hábitos por parte dos responsáveis técnicos da piscina. Este fator, “alteração de hábitos”, também é um passo muito importante na gestão de energia de uma piscina

coberta, uma vez que os funcionários ou operadores da instalação poderão, com pequenos gestos, contribuir significativamente para a sustentabilidade e equilíbrio nos consumos de energia da piscina. Por exemplo, um pequeno gesto é não deixar acumular pó ou resíduos sobre os motores (bombas). Este fato faz o rendimento dos mesmos diminuir, bem como provoca desperdício de energia térmica.

Por outro lado, é importante que a legislação e as normas sejam seguidas e cumpridas, para que não se perca o conforto e qualidade da água nos tanques e naves, sempre com o objetivo de garantir a satisfação dos utilizadores. Para isso é importante que as autarquias tenham uma pessoa responsável pela piscina, que tenha formação adequada para as funções a desempenhar, que conheça bem todo o processo envolvido na piscina, desde a maquinaria ao próprio comportamento da instalação, e que paralelamente faça o papel do gestor de energia, permitindo assim assegurar a boa gestão da instalação.

Outro fato importante é o conhecimento e análise contínua das faturas dos consumos de energia com a piscina coberta. É importante criar uma ferramenta, em que esse mesmo responsável ou alguém do departamento de contabilidade faça a recriação das faturas numa folha de cálculo em *Excel*, para que se possam detetar situações anómalas nos consumos e altura de imediato. Duas situações importantes a estudar nas faturas, é o consumo de vazio, ou seja, perceber o que e em que quantidades, é consumido no período noturno, em que a piscina está encerrada, mas claro tem que assegurar as funções mínimas, como sendo a qualidade e temperatura da água dos tanques; e outra é verificar picos no consumo de energia e compara-los com o número de utilizadores, para detetar situações fora do normal.

Das medidas estudadas mais detalhadamente, de realçar apenas que muitas das vezes é importante conhecer bem a instalação, para saber se é possível, por exemplo, a instalação de uma caldeira a pellets, dadas as suas dimensões, em que é necessário uma grande área para a instalar. Bem como, a instalação de painéis solares, que representam uma grande carga a suportar pela instalação sendo que nem sempre as instalações físicas mais antigas suportam esse peso, sendo que depois ter-se-á que avaliar o custo de uma estrutura metálica de suporte.

As medidas de substituição de luminárias, atualmente consideradas como medidas banalizadas, deverão ser estudadas com algum cuidado, pois muitas das vezes, apesar dos tempos de retorno atrativos, no mix global dos consumos de energia, ou mesmo na análise

quantitativa dos consumos por setores (iluminação, avac, etc.) pode representar um peso muito pouco significativo, e no final da aplicação da medida, nem sempre se obter o resultado esperado, pois na fatura pouco será significativo, se por exemplo, a iluminação representar 5% do consumo total de eletricidade.

Como conclusão final, realço os três passos importantes na gestão de energia de uma piscina coberta:

- Conhecer os processos e o funcionamento da piscina;
- Analisar as faturas energéticas, percebendo o seu comportamento energético ao longo de um ano;
- Estudar e simular medidas de eficiência energética, começando sempre pelas que permitirem reduzir consumos de energia, e só depois, as que substituam ou criem consumos por novas fontes de energia, e se possível, por fontes renováveis.

No meu caso concreto considero que o passo mais difícil foi conhecer o processo e funcionamento da piscina, fator este essencial para determinar medidas numa das secções que mais representa peso no mix energético (avac, bombas, mototes, etc.).

Como desenvolvimentos futuros, penso que seria importante realizar o mesmo estudo com uma monitorização *in loco*, de por exemplo um mês, para perceber mais aprofundadamente o perfil de consumo da instalação; e de seguida incidir o estudo nos equipamentos de consumo mais significativo, segundo essa mesma monitorização.



## 7. Bibliografia

---

- ISO 7730. (15 de 11 de 2005). *Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*. Switzerland: ISO copyright office.
- Dantherm. (s.d.). *Control Panel for Dehumidifier Type AF*. Randers, Dinamarca.
- DGGE. (2004). *Coletores Solares para Aquecimento de Água - Pavilhões Desportivos e Piscinas, Relatório Técnico*.
- DGGE. (26 de Junho de 2008). *Despacho n.º 17313/2008*. Portugal.
- ERSE. (12 de 2004). Tarifas de vendas a clientes finais do SEP em MT e BTE em 2005. Lisboa.
- ERSE. (2008). Tarifas e Preços para a Energia Eléctrica em 2009 e Parâmetros para o Período de Regulação 2009 a 2011., (p. 19). Lisboa.
- GAT. (s.d.). *Plantas da piscina municipal do clube mirandense*. Lousã.
- Hameiri, Z., Spooner, T., & Sproul, A. (2008). *High efficiency pool filtering systems utilising variable frequency drives*. Australia.
- Irradiare. (2012). *Melhoria da eficiência energética em piscinas municipais*. Lisboa.
- L. Johansson, L. W. (2001). *Energy savings in indoor swimming-pools: comparison between different heat-recovery systems*. Suíça.
- Lee, W.-S., & Kung, C.-K. (2007). *Optimization of heat pump system in indoor swimming pool using particle swarm algorithm*. Taiwan: Elsevier.
- Ministério das obras públicas, t. e. (04 de Abril de 2006). RCCTE. *Decreto-Lei n.º 80/2006*. Portugal.
- Ministério das obras públicas, t. e. (4 de Abril de 2006). RSECE. *Decreto-Lei n.º 79/2006*. Portugal.
- Parente, J. (s.d.). Energy Management :: 2007/2008. *Energy Transformation*.
- Prestenergia. (s.d.). *Prestenergia*. Obtido em 07 de 10 de 2012, de [http://www.prestenergia.com/ficheiros/conteudos/files/pellets\(1\).pdf](http://www.prestenergia.com/ficheiros/conteudos/files/pellets(1).pdf)
- Qualidade, C. N. (1993). A qualidade das piscinas de uso público. *Diretiva CNQ 23/93*. Portugal.

- Qualidade, I. P. (Outubro de 2007). NP 4448. *Instalações solares térmicas para aquecimento de piscinas*. Portugal.
- Qualidade, I. P. (Janeiro de 2009). NP EN 15288-1. *Requisitos de segurança para a concepção*. Portugal.
- Ribeiro, E., Jorge, H. M., & Quintela, D. (s.d.). "HVAC system optimization in indoor , swimming pools" *BauSIM 2010 - Building Performance Simulatio*, (Set.22-24, Vienna, Austria) 2010, [http://info.tuwien.ac.at/bausim/conftool/ribeiro-2010-hvac\\_system\\_energy\\_optimization\\_in\\_indoor\\_swimming\\_pools-161.pdf](http://info.tuwien.ac.at/bausim/conftool/ribeiro-2010-hvac_system_energy_optimization_in_indoor_swimming_pools-161.pdf), <http://ebookbrowse.com/ribeiro-2010-hvac-system-energy-optimization-in-indoor-swimming-pools-161-pdf-d72033462>.
- Senai Patrobas. (s.d.). *Monitorização e controlo de processos*. Obtido em 07 de 10 de 2012, de <http://fabioferrazdr.files.wordpress.com/2008/08/1trocaadores-de-calor.pdf>
- Silva, P. M., & Pires, P. J. (2006). *Projeto de instalação - Piscina Energeticamente Eficiente*. Porto.
- U.S. Department of Energy - Energy Efficiency and Renewable Energy, "A Consumer's Guide to Energy Efficiency and Renewable Energy - Swimming Pool Covers", [http://www.eere.energy.gov/consumer/your\\_home/water\\_heating/index.cfm/mytopic=13140](http://www.eere.energy.gov/consumer/your_home/water_heating/index.cfm/mytopic=13140), última consulta em 1/09/2012.



## *8.1. Anexo I*

---

A tabela abaixo indica os preços do kWh ao longo de 24h nos diferentes dias típicos (período I, II, III e IV).



## 8.2. Anexo II

---

Na próxima tabela é possível encontrar a distribuição dos consumos de gás propano ao longo de 24h nos diferentes dias típicos.



### *8.3. Anexo III*

---

Na tabela abaixo estão apresentados os consumos e custos da energia ativa e reativa da piscina municipal de Miranda do Corvo.

<b>Mensalidades</b>	<b>Energia Ativa</b>		<b>Energia Reativa</b>	
	Consumo [kWh]	Custo [Euros]	Consumo [kWh]	Custo [Euros]
Janeiro	18.862,00	2.552,36	9.726	229,32
Fevereiro	17.916,00	2.440,32	9.357	192,75
Março	17.260,00	2.321,52	7.871	162,14
Abril	19.014,00	2.408,91	9.355	192,71
Maior	17.728,00	2.404,27	7.797	160,62
Junho	17.576,00	2.423,72	8.949	184,35
Julho	16.360,00	2.257,99	8.833	181,96
Agosto	7.596,00	1.057,96	8.569	176,52
Setembro	11.353,00	1.619,60	8.391	172,85
Outubro	18.234,00	2.495,91	5.349	110,19
Novembro	18.695,00	2.587,64	8.332	171,64
Dezembro	18.588,00	2.549,76	9.195	189,42

## *8.4. Anexo IV*

---

Nas próximas tabelas, estão distribuídos os consumos de energia por equipamentos e iluminação das respetivas secções.

Local	Equipamento	Quantidade	Potência (w)	Potência (kw)	Consumo kW
Hall de entrada	Impressora	1	968	0,968	1,532
	Torre PC	1	300	0,3	
	Monitor	1	264	0,264	
Balneário 1	Iluminação	3	174	0,174	0,174
Clube Náutico	Torre PC	1	300	0,3	0,598
	Impressora	1	240	0,24	
	Iluminação	1	58	0,058	
Balneário 2	Iluminação	3	174	0,174	0,174
Hall secundário	Iluminação	8	464	0,464	0,536
	Iluminação	2	72	0,072	
Casa Caldeira	Caldeira	1	750	0,75	0,786
	Iluminação	1	36	0,036	
Sala UTA	Iluminação	5	180	0,18	1,28
	Bombas	2	1100	1,1	
Arrumos	Luz Presença	1	40	0,04	0,82
	Micro-ondas	1	700	0,7	
	Arca-Frio	1	80	0,08	
Sala das máquinas	Iluminação	4	144	0,144	87,285
	Iluminação	2	36	0,036	
	Sauna	1	6000	6	
	Iluminação	4	144	0,144	
	Iluminação	2	116	0,116	
	Circulador 1	1	25	0,025	
	Circulador 2	1	180	0,18	
	Circulador 3	1	270	0,27	
	Circulador 4	1	393	0,393	
	Circulador 5	1	72	0,072	
	Iluminação	10	580	0,58	
	Motor 1	1	1500	1,5	
	Motor 2	1	1500	1,5	
	Motor 3	1	1500	1,5	
	Motor 4	1	5500	5,5	
	Motor 5	1	5500	5,5	
	Motor 6	1	5500	5,5	
	Circulador	1	72	0,072	
	Sistema de Acumulação	2	45000	45	
Regulador	1	3	0,003		
Ventilador	3	18750	18,75		
Piscina	Iluminação Piscinas	50	2900	2,9	2,9

## 8.5. Anexo V

---

Na tabela que se segue estão indicados os valores consumidos de gás propano e o respetivo custo.

<b>Guia</b>	<b>Data</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço unitário</b>	<b>Valor Líquido</b>	<b>IVA</b>	<b>Total</b>
<b>2010000666</b>	28-01-2010	2,702	814,00 €	2.199,43 €	439,89 €	2.639,31 €
<b>2010000858</b>	06-02-2010	2,464	814,00 €	2.005,70 €	401,14 €	2.406,84 €
<b>2010001158</b>	18-02-2010	3,031	814,00 €	2.467,23 €	493,45 €	2.960,68 €
<b>2010001462</b>	02-03-2010	2,593	814,00 €	2.110,70 €	422,14 €	2.532,84 €
<b>2010001709</b>	12-03-2010	2,941	814,00 €	2.393,97 €	478,79 €	2.872,77 €
<b>2010001940</b>	25-03-2010	2,176	814,00 €	1.771,26 €	354,25 €	2.125,52 €
<b>2010002542</b>	20-04-2010	2,089	814,00 €	1.700,45 €	340,09 €	2.040,54 €
<b>2010003002</b>	12-05-2010	2,712	814,00 €	2.207,57 €	441,51 €	2.649,08 €
<b>2010003439</b>	02-06-2010	2,014	814,00 €	1.639,40 €	327,88 €	1.967,28 €
<b>2010004033</b>	02-07-2010	2,074	814,00 €	1.688,24 €	354,53 €	2.042,77 €
<b>2010005271</b>	15-09-2010	2,307	814,00 €	1.877,90 €	394,36 €	2.272,26 €
<b>2010005707</b>	12-10-2010	2,596	814,00 €	2.113,14 €	443,76 €	2.556,90 €
<b>2010006611</b>	28-10-2010	2,434	814,00 €	1.981,28 €	416,07 €	2.397,34 €
<b>2010006354</b>	09-11-2010	1,906	814,00 €	1.551,48 €	325,81 €	1.877,30 €
<b>2010006843</b>	26-11-2010	3,154	814,00 €	2.567,36 €	539,14 €	3.106,50 €
<b>2010007123</b>	09-12-2010	3,205	913,00 €	2.926,17 €	614,49 €	3.540,66 €
<b>2010007469</b>	21-12-2010	2,537	913,00 €	2.316,28 €	486,42 €	2.802,70 €
<b>2010007665</b>	29-12-2010	2,231	913,00 €	2.036,90 €	427,75 €	2.464,65 €
<b>2010000110</b>	10-01-2011	2,586	913,00 €	2.361,02 €	543,03 €	2.904,05 €
<b>2011000417</b>	24-01-2011	3,295	913,00 €	3.008,34 €	691,92 €	3.700,25 €
<b>TOTAL</b>	-	51,047	-	42.923,80 €	8.936,43 €	51.860,23 €

## 8.6. Anexo VI

---

Este anexo é o orçamento fornecido pela empresa *Piclina*, de Miranda do Corvo, em relação aos painéis solares para aquecimento da AQS e da água dos tanques.

Item	Qtd.	Designação
		<b>Fornecimento e montagem dos seguintes equipamentos:</b>
1	92	Colectores solares térmicos de <u>alta eficiência</u> : Superfície de colector – 2,57 m2 Superfície de abertura - 2,3 m2 Superfície efectiva absorvente – 2,2 m2 Rendimento óptico - 80% Superfície selectiva sunselect
2	1	Suportes de fixação dos colectores em alumínio
3	1	Tubagem de circulação de água do circuito primário do sistema solar em tubo de ferro preto série média, devidamente isolado (isolamento solar de acordo com RSECE) e revestido a chapa de alumínio
4	1	Válvulas e acessórios necessários ao sistema
5	1	Carga de fluido térmico, anti-congelante, necessário ao sistema
6	1	Sistema de controlo completo
7	2	Depósitos de inércia necessários ao sistema.
8	2	Permutadores de placas devidamente isolados PP piscina grande em titânio
9	2	Permutador de calor do tipo placas a acoplar ao acumulador de águas sanitárias existente dos balneários da piscina
10	4	Bombas circuladoras, próprias para sistemas solares
11	4	Bombas circuladoras associadas aos permutadores de calor dos tanques e das AQS
12	1	Ligações hidráulicas e eléctricas do sistema
13	1	Ensaios e afinações finais
		<b>Preço (Materiais e montagem):</b> <b>130.000,00 €</b>
<b>Extenso:</b>		Cento e trinta mil euros.



## 8.7. Anexo VII

---

O presente anexo é o orçamento da caldeira de pellets da empresa *Vimasol*, que serviu de base para os cálculos de eficiência energética da presente dissertação.

# **PISCINAS MUNICIPAIS COBERTAS DE MIRANDA DO CORVO**

Estudo para instalação de  
caldeiras a Biomassa

Proposta técnico-comercial

Guimarães, Julho de 2012

Ref.: VS.12.0687.00

## Índice

---

1.	Objetivo .....	3
2.	Escolher a Vimasol .....	4
3.	Uma alternativa Energética: A Biomassa .....	5
3.1	Vantagens do Recurso à Biomassa .....	5
3.2	Como Potenciar este Recurso Natural .....	6
4.	Um Sistema a Biomassa .....	7
5.	Biomassa e Solar – A combinação Perfeita .....	8
6.	Pellets Vimasol .....	8
7.	Caso de Estudo .....	10
7.1	Sistema Existente .....	10
7.2	Sistema Preconizado .....	10
7.3	Caracterização dos equipamentos principais .....	11
7.3.1	Caldeiras a biomassa HDG Compact 200 .....	11
7.3.2	Ciclone coleotor de partículas .....	16
7.3.3	Sistema de transporte por sucção .....	16
7.3.4	Silo de obra para sistema de sucção .....	17
7.3.5	Depósitos de inércia .....	18
7.3.6	Sistema de controlo remoto HDG Web visualization (opcional) .....	19
8.	Proposta .....	20
9.	Estudo de viabilidade económica .....	23
10.	Contactos .....	24

## 1. Objectivo

---

No sentido de propor uma significativa melhoria da utilização energética das **Piscinas Municipais Cobertas de Miranda do Corvo**, em Miranda do Corvo, o estudo que a seguir se apresenta tem como objectivo analisar a viabilidade de substituição da caldeira a gás propano existente por caldeiras a biomassa.

Após uma breve contextualização acerca da utilização da biomassa como alternativa viável aos combustíveis tradicionais, e de um enquadramento geral dos sistemas de aquecimento a biomassa, apresentamos a nossa melhor solução tendo em conta a tecnologia HDG como solução energética para o edifício em questão.

## 2. Escolher a Vimasol

---

A Vimasol - Energias Renováveis está presente no mercado desde Maio de 2003 e tem vindo a afirmar-se como uma importante alternativa ambiental para **Clientes ecológica e economicamente conscientes.**

Trabalhamos para transformar recursos naturais em energia rentável e de qualidade superior, reduzindo ao máximo o impacto negativo na Natureza.

Neste sentido, temos como objectivo melhorar significativamente a forma como se utilizam os recursos energéticos em edifícios.

Para além da experiência dos nossos parceiros de negócio, contamos com técnicos altamente qualificados e formalmente certificados, reunindo assim todas as condições essenciais ao desenvolvimento de um excelente trabalho.

A Vimasol está sediada em Guimarães mas estende a sua actividade a todo o país, desenvolvendo as mais confortáveis soluções para todos os clientes.

### 3. Uma alternativa Energética: A Biomassa

---

Quando falamos de geração de energia, a Biomassa constitui uma das alternativas mais fáceis e viáveis que conhecemos. O equilíbrio que o recurso à Biomassa apresenta perante a Natureza reflecte-se igualmente nas vantagens económicas que comporta.

A matéria orgânica produzida pelas plantas através da fotossíntese é fonte energética de quase todos os seres vivos. As plantas e os seus derivados são biomassa. Madeira, resíduos agrícolas e resíduos florestais, entre outros, são formas de biomassa utilizadas como combustíveis.

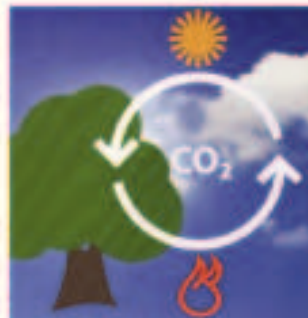
Tanto na sua forma mais tradicional (lenha, estilha), como numa forma processada de biomassa - os pellets de madeira, derivados dos resíduos florestais e da indústria de madeira, trata-se de uma fonte de energia renovável cujas vantagens devem ser potenciadas.

#### 3.1 Vantagens do Recurso à Biomassa

##### Dimensão ambiental

Do ponto de vista ambiental, a utilização da biomassa florestal para fins energéticos resulta em emissões nulas de dióxido de carbono, sendo por isso favorável ao adequado movimento do ciclo de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

O CO<sub>2</sub> que é libertado durante o processo de combustão de biomassa é o mesmo que a árvore que lhe deu origem foi removendo da atmosfera enquanto cresce.



Assim, fica garantida a redução de emissões de gases responsáveis pelo efeito de estufa e de agentes poluentes como enxofre e metais pesados, ao contrário dos combustíveis fósseis mais comuns, sendo por isso uma alternativa menos prejudicial para a saúde.

### Dimensão económica

O recurso à biomassa apresenta grandes vantagens económicas. Sendo um abundante recurso em Portugal, o preço da madeira e dos seus derivados é reduzido e bastante estável, sobretudo quando comparado com os combustíveis fósseis. É um recurso endógeno que proporciona a criação de pequenos negócios, dinamizando zonas com menor actividade económica.

Sendo assim, a Biomassa afigura-se também como uma alternativa economicamente saudável. Os seus utilizadores sabem com o que podem contar ao longo do tempo.

O aquecimento a biomassa apresenta, então, as seguintes características:

- ✓ Baixos custos de utilização
- ✓ Energia Renovável e amiga do Ambiente
- ✓ Energia limpa e saudável
- ✓ Permite o reaproveitamento de resíduos
- ✓ Facilidade de armazenamento, conversão e transporte

### 3.2 Como Potenciar este Recurso Natural

Um dos problemas da utilização de biomassa não processada reside no seu elevado teor de humidade. No caso de lenha, por exemplo, a energia necessária à sua secagem faz com que o calor libertado para aquecimento seja muito menor do que o esperado.

Por isso, as soluções processadas, como os pellets, apresentam desde logo vantagens, uma vez que o teor de humidade é controlado. Trata-se de um material sujeito a processos prévios de secagem e, por isso, toda a energia produzida é dirigida para o objectivo principal: aquecimento.



#### 4. Um Sistema a Biomassa

---

O processo de combustão de Biomassa é tanto mais vantajoso quanto mais eficaz for o sistema criado para transformação deste material orgânico em energia.

A Vimasol apresenta aos seus Clientes as melhores soluções de mercado para a instalação de caldeiras a pellets, especialmente dedicadas a edifícios de serviços, municipais e de indústria. Como únicos representantes oficiais da prestigiada marca alemã HDG - Bavaria em todo o país, dispomos da tecnologia mais avançada para instalar o sistema mais adequado às suas necessidades.

A instalação de um Sistema a Biomassa Vimasol ajusta-se, invariavelmente, às diferentes circunstâncias que os nossos Clientes apresentam. Com experiência comprovada, os nossos técnicos desenvolvem a melhor estratégia para que todo o sistema, tendo por base a Caldeira HDG Compact, funcione de modo óptimo e integrado.

Os Sistemas a Biomassa apresentam ainda a grande vantagem de serem facilmente adaptáveis aos equipamentos tradicionais já existentes.



A caldeira HDG é a unidade principal do sistema e tem como missão a produção de energia térmica. A caldeira a pellets utiliza como combustível esta biomassa granulada, conseguindo assim rendimentos acima dos 90%.

A queima da biomassa acontece na zona de combustão. O calor gerado é transmitido ao circuito de água através do permutador existente no interior da caldeira. Por sua vez, esta água quente é depois "enviada" aos elementos terminais de transferência de calor, como radiadores, ventiloconectores, etc.

Reconhecida com o prémio Alemão para a inovação, esta caldeira possui tecnologia avançada, permitindo um funcionamento totalmente autónomo.

## 5. Biomassa e Solar – A combinação Perfeita

---

A combinação de um sistema de aquecimento a biomassa e de um sistema solar térmico afigura-se como ideal para suprir as necessidades energéticas de um edifício.

O sistema solar térmico assegura, em grande parte, as necessidades de águas quentes sanitárias. No Inverno, e uma vez que a energia solar térmica pode não ser suficiente, as necessidades de aquecimento recorrem ao sistema a biomassa que funciona como apoio às AQS e rentabiliza a utilização da caldeira.

## 6. Pellets Vimasol

---

A Vimasol garante o fornecimento dos pellets necessários ao funcionamento das caldeiras instaladas através de uma unidade de produção própria situada em Celorico de Basto, na Zona Industrial de Crespos.

O fabrico de pellets recorre exclusivamente a serim de madeira, predominantemente pinho, proveniente de serrações das redondezas. A unidade fabril tem capacidade para atingir as 6000 toneladas por ano, contando com um processo produtivo rigoroso e controlado.

Uma das mais-valias dá respeito à existência de uma unidade de secagem que permite a obtenção de um produto final de excelente qualidade. A produção de calor necessário à secagem do serim é obtida pela queima controlada de resíduos florestais, aumentando desta forma a valorização de recursos endógenos e a sustentabilidade do processo.

Atendendo à selecção criteriosa da matéria-prima e ao controlo do processo de fabrico, os pellets produzidos têm como referência a qualidade Pellets Premium.

Os nossos pellets:

- ✓ Poder calorífico: 18 000 kJ/kg (5,2 kWh/kg)
- ✓ Diâmetro: 6 mm
- ✓ Teor em cinzas: 0,5% (550°C)
- ✓ Teor em humidade: 7,5%
- ✓ Densidade: 0,63 kg/dm<sup>3</sup>

## 7. Caso de Estudo

---

O estudo que a seguir se apresenta tem como objectivo analisar a viabilidade de substituição da caldeira a gás propano por caldeiras a pellets.

### 7.1 Sistema Existente

Actualmente o edifício é abastecido por uma caldeira de chão, a gás propano, com 524 kW de potência nominal e 85% de rendimento, destinada ao aquecimento da piscina.

O edifício integra uma central térmica onde, para além da caldeira, se encontram os demais equipamentos destinados ao aquecimento, nomeadamente, grupos de bombagem, termoacumuladores AQS, etc.

### 7.2 Sistema Preconizado

Para o caso em estudo seleccionamos duas caldeiras a biomassa HDG Compact 200, totalizando 380 kW de potência, com sistema automático de alimentação por aspiração a partir de dois reservatórios de combustível (pellets) de 16 toneladas de capacidade para pellets. Associado ao sistema estarão dois depósitos de inércia de 4000 litros de capacidade unitária que irão contribuir para o aumento da eficiência da instalação.

As caldeiras a biomassa irão garantir o aquecimento central e as águas sanitárias do edifício.

A caldeira existente poderá ainda continuar ligada ao sistema de modo a poder entrar em funcionamento sempre que o utilizador assim o entender. Esta caldeira, tal como as caldeiras a biomassa, estarão ligadas aos depósitos de inércia a partir dos quais se alimentam todos os circuitos.

As caldeiras poderão funcionar em simultâneo ou de forma alternada, conforme as necessidades térmicas. A gestão de funcionamento das caldeiras será efectuada a partir do quadro de controlo das caldeiras a biomassa.

Em virtude das reduzidas dimensões da central térmica existente, sugere-se a construção de uma nova central térmica, em local a definir, capaz de albergar as

caldeiras a biomassa, os silos de armazenamento do combustível (pellets) e os depósitos de inércia. A caldeira existente manter-se-á na central térmica actual sendo, para tal, necessária a execução de uma rede hidráulica de interligação das duas centrais térmicas.

A ligação hidráulica da nova central térmica deverá desenvolver-se através de uma vala até à central térmica existente. Assim, a tubagem, proveniente da nova central térmica irá ligar aos colectores existentes na central técnica existente. Desta forma, a caldeira a gás propano ficará "disponível" para entrar em funcionamento sempre que se pretenda.

**Nota: não faz parte da presente proposta os trabalhos e materiais relacionados com a construção da central térmica.**

### 7.3 Caracterização dos equipamentos principais

#### 7.3.1 Caldeiras a biomassa HDG Compact 200

Caldeiras de chão a Biomassa que utilizam como fonte de combustível pellets, estilha e aparas de madeira. As características principais das caldeiras HDG Compact 200 são as seguintes:

##### Material

Corpo soldado em chapa de aço de alta qualidade e revestimento em chapa pintada.

Isolamento interior de 60-100mm de espessura.

Câmara de combustão revestida por módulos de material refractário individualmente removíveis.

##### Certificação

Caldeira testada e certificada, por laboratório reconhecido, segundo a norma DIN EN 303-5, para equipamentos sob pressão. Possui classe 3 (melhor nota) de acordo com a Directiva 97/23/CE.

### Combustível

A caldeira permite a queima de combustíveis com as seguintes propriedades (de acordo com 1.Bim SchV): **aparas de madeira** em conformidade com a ÖNORM M 7133 G30 / máx. G50; **pellets de madeira** em conformidade com a norma DIN plus ou ÖNORM M 7135;

### Modulação de potência e rendimento

A caldeira permite a modulação automática da potência desde 30% da potência nominal até à potência máxima.

Rendimento de 90,1% à potência nominal.

### Acendimento e controlo

A caldeira está dotada de acendimento automático efectuado por resistência eléctrica e ventilador.

O controlo da queima é efectuado através de sensor de temperatura na câmara de combustão, sensor de temperatura à saída dos gases de combustão e sonda Lambda permitindo o controlo contínuo e automático do ar primário e do ar secundário para o máximo rendimento.

### Tecnologia de queima

A queima do combustível deverá fazer-se em grelha móvel, onde o combustível é colocado e deslocado, de modo a passar por diversas temperaturas permitindo a sua secagem, desgasificação e finalmente a sua queima total.

### Sistema de alimentação do combustível e protecção contra incêndio

O sistema de alimentação do combustível é efectuado por válvula de alimentação rotativa que, para além de permitir a dosagem adequada de combustível, actua como sistema de segurança anti-retorno de chama (testado pelo Institute for Fire Protection Technology and Safety Research, Linz, Austria), evitando a propagação da chama até ao reservatório de combustível em caso de falha.

Para além dos equipamentos de protecção anteriormente referidos, o sistema de alimentação do combustível possui, de série, sistemas localizados de extinção de chama através de descarga de água da rede.

#### Protecção térmica

A caldeira está equipada com dispositivos de protecção contra excesso de temperatura, tais como: permutador e válvulas de segurança térmica.

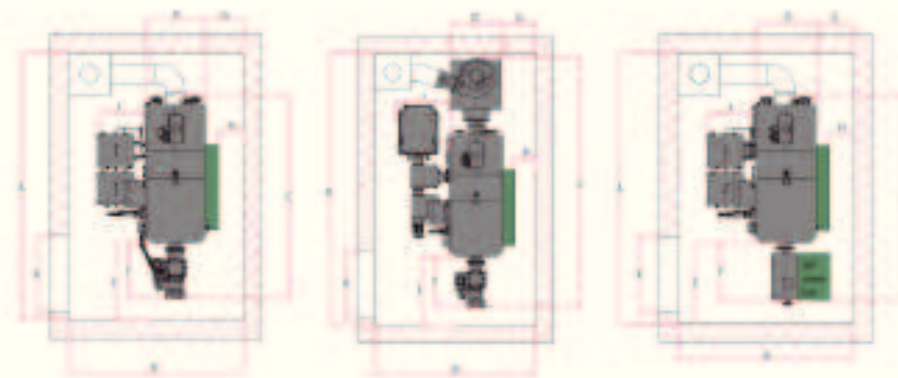
#### Sistema automático de recolha e compactação das cinzas

Quer na zona de combustão quer na zona de permuta, a caldeira incorpora um sistema automático de recolha e compactação das cinzas. Cada sistema é composto por: parafuso sem-fim e reservatório de armazenamento de 80 litros de capacidade mínima.

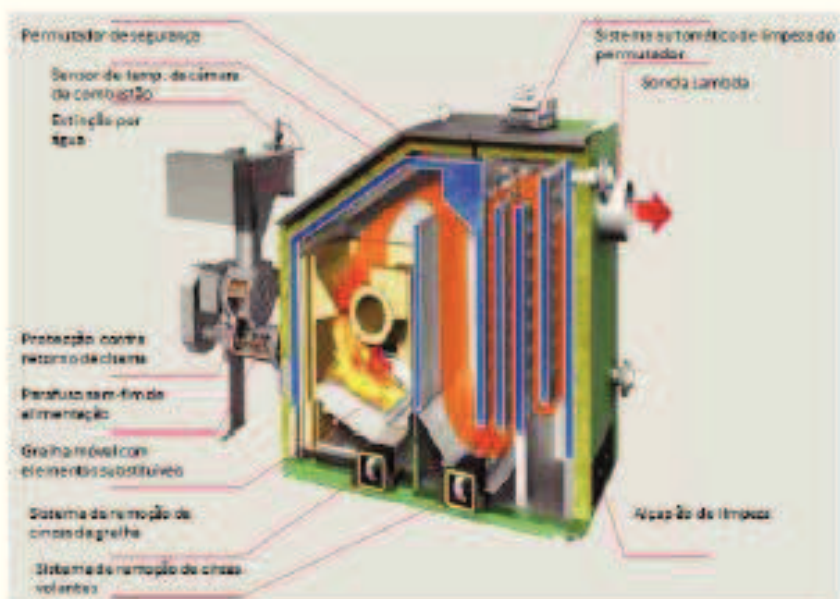
#### Sistema automático de limpeza da caldeira

A caldeira é fornecida com sistema automático de limpeza do permutador de calor composto por um motor accionador acoplado a turbuladores que, para além de permitirem a limpeza das superfícies do permutador de calor, criam resistência à passagem dos fumos aumentando a eficiência.

#### Atravancamento



Designação	Sistema de alimentação por sem-fim sem ciclone (Fig. 1) (mm)	Sistema de alimentação por sem-fim com ciclone (Fig. 2) (mm)	Sistema de alimentação por sucção (Fig. 3) (mm)
A	3500	4000	3500
B (reservatório de cinzas de 80L/140L/240L)	2180/2640/-	-/-/2400	2200/2640/-
C	2656	3655	2666
D	780	780	780
E	1020	1020	1050
F	740	740	750
G	500	500	500
H	330	330	330
I (reservatório de cinzas de 80L/140L/240L)	635/995/-	-/-/668	635/995/-
K (mínimo/recomendado)	813/1250	813/1250	813/1250
Pé direito (mínimo/recomendado)	2130/2500	2130/2500	2130/2500



A caldeira HDG Compact 200 apresenta as seguintes características:

MODELO DA CALDEIRA	Un.	HDG Compact 200 Litros/Pellets
<b>Desempenho (de acordo com a norma DIN EN 303-5)</b>		
Potência térmica nominal	kW	190,0
Potência térmica mínima	kW	17,0/87,0
Eficiência à potência nominal	%	90,4/90,1
Ligações Elétricas: Tensão	V	230/400
Frequência	Hz	50
Nível de proteção	A	30
<b>Dados da caldeira</b>		
Classe		3
Pressão máxima de funcionamento	bar	3
Temperatura máxima do fluido	°C	95
Temperatura mínima de retorno	°C	60
Capacidade de água	l	490
Peso	kg	2220
<b>Dados para o cálculo da chaminé (DIN EN 13384-1)</b>		
Temperatura dos gases de combustão à pot. nominal (T <sub>w</sub> )	°C	130
Temperatura dos gases de combustão à pot. mínima (T <sub>w</sub> )	°C	130
Caudal de gases de combustão à pot. nominal	kg/s	0,1180/0,1067
Caudal de gases de combustão à pot. mínima	kg/s	0,0440/0,0370
Pressão necessária (P <sub>w</sub> )	Pa	35*
Dímetro de conexão da chaminé	mm	800
<b>Ligações hidráulicas</b>		
Avanço e retorno	DN	80
Permutador de segurança térmica	DN	20 (3)
Registo	DN	25 (3)
Dímetro de tubo recomendado	DN	80
<b>Outros</b>		
Nível de pressão sonora	dBA	<70
Secção da entrada de ar	m <sup>2</sup>	490
*Em combinação com o Celosia HDG		

### 7.3.2 Ciclone colector de partículas

Cada caldeira a biomassa deverá incorporar um sistema de recolha de partículas: ciclone-colector de partículas.

De acordo com a potência, o colector de partículas funciona com 2 ou 3 ciclones localizados na parte central da unidade de remoção de partículas.

Os gases de combustão são colocados em rotação, os elementos pesados como poeira e partículas de carvão presentes nos gases de combustão são separados devido às forças centrífugas. Esses elementos são depositados num reservatório, localizado na base da unidade, facilmente removível e com 70 litros de capacidade, garantindo maior conforto na utilização.

O ventilador, de accionamento directo, que está montado na parte superior da unidade, cria a pressão negativa necessária na câmara de combustão e é responsável por garantir o fluxo no ciclone.



### 7.3.3 Sistema de transporte por sucção

O transporte do combustível (pellets) do reservatório de armazenamento até à caldeira é efectuado através de um sistema de sucção.

Este sistema é composto por um reservatório de 100 kg de capacidade, sensor de nível mecânico e ventilador de sucção insonorizado.

O sistema de sucção deverá ainda permitir o transporte do combustível até um máximo de 15 metros de distância da caldeira.



#### 7.3.4 Silo de obra para sistema de sucção

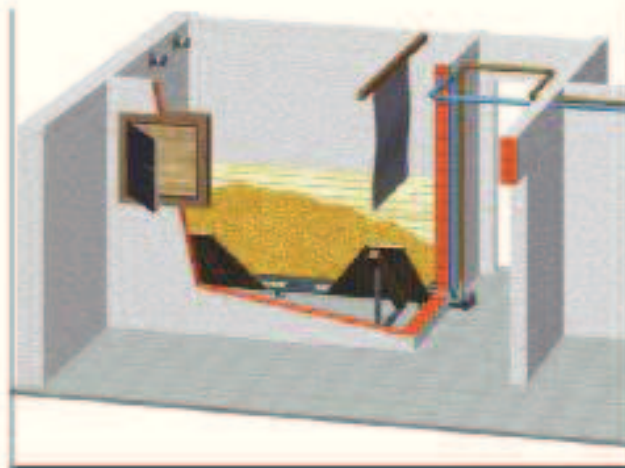
Para armazenamento do combustível está previsto um silo a construir em obra com 16 toneladas de capacidade, por cada caldeira.

Cada silo deverá ser construído em alvenaria ou madeira desde que totalmente estanques à humidade.

A parte inferior será em forma de "V" com inclinação nunca inferior a 35º em relação ao plano horizontal. Ao longo da aresta de junção dos planos da base encontra-se um parafuso sem-fim, HDG PSS, que terá como missão transportar os pellets ao longo de todo o reservatório até à extremidade onde se encontram conectados os tubos flexíveis de aspiração responsáveis pelo transporte do combustível até à caldeira.

Deverá ser prevista uma abertura para acesso ao pessoal afecto à manutenção, uma "janela" que permita a visualização do nível de combustível e conexão para o sistema de enchimento composto por: boca de enchimento, boca de retorno do ar e tela de amortecimento para pellets (ver peças desenhadas).

É fundamental prever um sistema de ventilação, natural ou forçada, do silo de armazenamento de combustível.



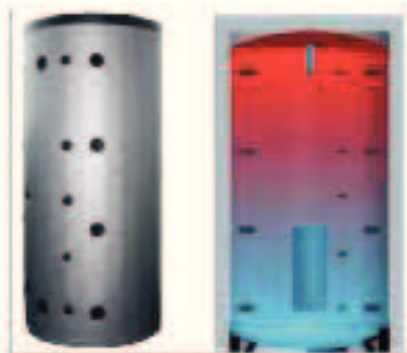
**ATENÇÃO:** o acesso ao reservatório de combustível só deve ser efectuado por pessoas autorizadas e depois de garantida uma boa ventilação antes de entrar (consultar aviso de segurança para silos de grande capacidade situado na porta de acesso ao reservatório).



### 7.3.5 Depósitos de inércia

Para conferir inércia ao sistema, está prevista a instalação de dois depósitos de 4000 litros de capacidade.

O depósito de inércia é do tipo cilíndrico vertical fabricado em chapa de aço em conformidade com a norma DIN 4753. Todas as cordões de soldadura circunferencial e longitudinal são executados com gás inerte. A pressão máxima de funcionamento é de 3 bar e a temperatura máxima 95°C.



O depósito de inércia é fornecido com isolamento térmico de 120mm de espessura em espuma macia CFC-livre e revestimento exterior de proteção em PVC.

Designação	Capacidade [L]	Altura sem isolamento [mm]	Altura com isolamento [mm]	Dímetro sem isolamento [mm]	Dímetro com isolamento [mm]	Altura para instalação [mm]	Peso [kg]
PS 4000	4000	2922	3012	1400	1640	3012	340

#### 7.3.6 Sistema de controlo remoto HDG Web visualization (opcional)

O HDG Web visualization permite a visualização, controlo e monitorização remota da caldeira através de um PC.

O acesso aos parâmetros do sistema e a sua parcial alteração pode ser efectuado através de um navegador de Internet (por exemplo, Internet Explorer), sem ser necessária a instalação de um software adicional.

Assim, as condições de funcionamento, temperatura e mensagens de alarme são transmitidas em texto claro e podem ser visualizados online.

##### As características:

- ✓ Transmissão segura de dados através da Internet (HTTPS)
- ✓ Login seguro com gestão de dados exclusivamente pelo próprio proprietário
- ✓ Sistema para captar imagens de todos os dados importantes e mensagens de forma intuitiva
- ✓ Fotos de menu para definir os valores chave, semelhantes ao controlo da caldeira no local
- ✓ Dependendo do usuário (utilizador, serviço técnico autorizado, HDG, etc.) permite o ajustamento de determinados parâmetros
- ✓ Envio de mensagens de erro por e-mail para os destinatários seleccionados

##### Requisitos do sistema:

- ✓ PC, navegador web e Flash Player
- ✓ Rede de acesso à Internet
- ✓ Para acesso a partir de uma rede externa (Internet mundial), é necessário definir um IP fixo

## 8. Proposta

Para a elaboração da proposta a Vimasol conta com os seus experientes recursos técnicos que permitem que o projecto energético corresponda de modo pertinente às preocupações dos seus Clientes.

São tidas em conta as características do edifício, a sua localização e o modelo de consumo energético adoptado até à data. A partir daqui são ponderadas as várias possibilidades que a Vimasol pode oferecer e seleccionada a solução ideal tendo em conta a poupança energética e ambiental.

Para o presente estudo vamos simular a seguinte solução:

ART.º	DESIGNAÇÃO	Qtd.	V. UNITÁRIO	V. TOTAL
I	<p><b>CALDEIRA A BIOMASSA</b></p> <p><b>HDC Compact 200</b>            Caldeira a pellets, acção e gestão do modo de funcionamento de potência de 47,0 a 190,0 kW, rendimento máximo de 90,1 %, controlo com ecrã táctil, sistema automático de limpeza e de recarga de cinzas, aquecimento automático e parâmetros de segurança, incluindo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cilha Galateia de PE para combustíveis sólidos em cinzas equipada com isolamento e ventoinha a reseratório</li> <li>- Sistema anti-condensação composto por válvula misturadora de 3 vias DN 65 fugas, actuator, bomba circuladora UPC 50-60 de 370 mm, DN 50 e acessórios de ligação</li> <li>- Grupo de segurança isolado composto por válvula de segurança de 3 bar DN 20, manómetro e purgador automático</li> <li>- Válvula de segurança térmica com lajeira de 142 mm DN 15</li> <li>- Regulador de fluxo de combustão em aço inox segundo normas DN 4755 para montagem em chaminé</li> <li>- Sistema de transporte por gravidade com-fim POC de 3,6_4,7m para sistemas de aspiração TBC 80</li> <li>- Sistema de alívio de pressão por aspiração composto por reseratório de 100 kg de capacidade, ventilador de sucção, sensor de nível mecânico, válvula relativa de alívio e sistema de extinção de chama, S0 para pellets</li> <li>- Rede de 20m de tubo Bupal para sistemas de aspiração, em espiral de PVC, com fim de colar e revestimento interno em polietileno. Para distâncias até 10m</li> <li>- Termómetro com resistência térmica 0-120°C, diâmetro 100mm, com lajeira de proteção DN 15 - 200mm</li> <li>- Flange de gelo sólido, DN 80, PE 5 para depósito de incineração HDC</li> <li>- Programa de aquecimento para controlo de peso de carga incluindo 2º sensor para depósito de incineração</li> <li>- HDC Limitador do nível de água DN 20 - 10bar</li> </ul>			
	<b>Chaminé</b>	01	30.660,07 €	77.321,74 €
	Chaminé em aço inox com parede dupla, diâmetro de 300mm, chapéu de saída e reseratório automático	01	1.391,30 €	2.782,61 €

	<b>Vazo de expansão</b> Vazo de expansão do equipamento de 300 litros	ci	2,00	527,76 €	1.055,53 €
	<b>NDG Depósito de inércia PS 4000</b> Depósito de inércia de 4000 litros, fabricado segundo a norma DIN 4753, em chapa de aço de 3-4 mm de espessura e isolamento de 120 mm	un	2,00	3.309,75 €	6.779,50 €
	--- Opção --- <b>NDG Sistema remoto de controlo</b> Módulo para controlo remoto que permite a visualização, controlo e monitorização à distância através de um PC. Permite ainda o acesso aos parâmetros do sistema e à sua parcial alteração através de um navegador de Internet (por exemplo, Internet Explorer).	un	1,00	2.517,27 €	2.517,27 €
<b>II</b>	<b>REDES HIDRAULICAS</b>				
	<b>Integração das centrais técnicas (valor estimado)</b> Redes hidráulicas para integração da central técnica existente à nova, executada em tubo PPR reforçado com fios de vidro e isolamento térmico exterior incluindo válvulas e acessórios hidráulicos	ci	1,00	6.062,11 €	6.062,11 €
	<b>Dentro da central técnica nova (valor estimado)</b> Redes hidráulicas para integração de caldeira a biomassa no depósito de inércia, executada em tubo de ferro preto e isolamento térmico exterior incluindo válvulas e acessórios hidráulicos	ci	1,00	3.291,93 €	3.291,93 €
	<b>Instalação eléctrica</b> Instalações eléctricas necessárias, quadros, tubagem, cabos, caixas, armários de distribuição e aparelhos (torres, interruptores, etc.)	ci	1,00	1.836,51 €	1.836,51 €
<b>III</b>	<b>TRABALHOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL</b>				
	<b>Trabalhos de construção civil</b> Trabalhos de construção civil relacionados com construção de nova central térmica, construção dos alicerces, etc.	ci	1,00	pretado	pretado
	<b>TOTAL B L.V.A.</b>				101.649,19 €
	<b>L.V.A.</b>				23.379,31 €
	<b>TOTAL C L.V.A.</b>				125.028,51 €

### Instalação

A instalação inclui o fornecimento e a montagem de todo o equipamento necessário ao correcto funcionamento do sistema. Os trabalhos relacionados com construção civil, que não se encontram expressamente identificados na proposta, não estão incluídos.

#### Modelo de Pagamento

Salvo situações excepcionais, as condições de pagamento apresentadas pela Vimasol são as seguintes:

- ✓ 40% com a adjudicação
- ✓ 60% após instalação da caldeira, arranque e garantia

#### Garantias

- ✓ Os equipamentos que compõem o Sistema a Biomassa da Vimasol têm uma **garantia de fábrica de 2 anos** contra defeitos de fabrico, após instalação e colocação em serviço.
- ✓ A Vimasol tem à disposição dos seus Clientes **Planos de Manutenção** que visam acompanhar o projecto desenvolvido, garantindo a optimização do serviço. Os referidos planos são opcionais, sendo que o serviço de manutenção tem um intuito preventivo. O contrato de manutenção terá de ser alvo de negociação de acordo com as acções a realizar.
- ✓ Asseguramos igualmente um **Serviço de Assistência Técnica** permanente para resolução de eventuais constrangimentos que surjam durante a utilização dos equipamentos.
- ✓ A partir da **fábrica de Pellets** Vimasol asseguramos integralmente o fornecimento do combustível para garantir o total funcionamento dos equipamentos adquiridos. Ao mesmo tempo, a qualidade dos nossos pellets permite uma utilização óptima dos sistemas instalados. Os pellets produzidos podem ser fornecidos em sacos de 15 kg, em "big-bag" ou a granel. A Vimasol disponibiliza ainda **serviço de entrega**.

## 9. Estudo de viabilidade económica

De acordo com a informação obtida, os consumos de gás propano referentes ao ano de 2011 são os seguintes:

- ✓ Quantidade de gás propano consumido em 2011: 50 ton;
- ✓ Montante associado ao consumo de gás propano em 2011: 50.000€ (IVA Incluído).

Assim, o custo do gás propano é de 1.000€/kg (IVA Incluído).

Considerando as seguintes características do combustível e um rendimento médio do sistema de 85%, a poupança anual da solução a biomassa em detrimento da solução a gás é a seguinte:

Combustível	Preço (€/kg)	PCI (MJ/kg)	Rend. médio (%)	Preço kWh térmico	Qt. energia consumida em 2011 (kWh)	Montante anual associado ao consumo	Poupança anual com solução a pellets	
Gás Propano	1.000€	46,3	85%	0,0915 €	543.597	50.000 €	22.489 €	27.511 €
Pellets* (estimado)	0,170€	17,5	85%	0,0411 €		22.489 €		

\*O preço considerado é meramente indicativo tendo, no entanto, como base os preços médios de mercado praticados para os consumos envolvidos.

## 10. Contactos

---

Vimasol Energias Renováveis  
Rua Casal de Ledoso, nº 226  
4835-612 Guimarães  
T.: 253 433 240  
F.: 253 433 242  
E-mail: [vimasol@vimasol.pt](mailto:vimasol@vimasol.pt)  
Web: [www.vimasol.pt](http://www.vimasol.pt)

Vimasol, 09 de Julho de 2012

---

(Marco Silva, Dep. Comercial)