

## **Poupança energética associada ao uso de cobertura isotérmica sobre o plano de água**

- Estudo de caso realizado na Piscina Municipal de Rio Tinto -

Dissertação apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, no âmbito do curso do 2º Ciclo de Estudos conducente ao grau de Mestre em Gestão Desportiva, de acordo com o Decreto-Lei nº 74/2006, de 24 de Março.

**Orientador:** Eng. Vitorino Matos Beleza

**Andreia Filipa Alves Carrinho**

**Porto, 2010**

**Ficha de Catalogação:**

Dissertação de Mestrado

Carrinho, A. (2010). *Poupança energética associada ao uso de cobertura isotérmica sobre o plano de água. Estudo de caso realizado na Piscina Municipal de Rio Tinto*. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

**Palavras-chave:** Coberturas; Energia; Piscinas; Instalações; Gestão Desportiva

*“O que nos salva é dar um passo e outro ainda”*

*(Antoine de Saint-Exupéry)*

**Aos meus pais,**  
Que sempre me mostraram o caminho,  
Acompanhando cada passo dado.



## **Agradecimentos**

Ao Engenheiro Vitorino Beleza, que como orientador deste trabalho, sempre dedicou a sua inteira disponibilidade desde o primeiro momento. Obrigada pelos ensinamentos, pelo acompanhamento prestado e compreensão perante as dúvidas “existenciais”.

Ao Prof. Doutor José Pedro Sarmento pelo incentivo e força para agarrar este trabalho.

Ao Prof. Doutor José Magalhães pelo empréstimo de material necessário à realização deste trabalho.

À minha família.

Aos meus pais pelo apoio e amor incondicional. A eles devo a pessoa que sou hoje.

À Tatá, ao Bubu e à Clô, pelo amor, protecção e segurança que me dedicaram. Não importa se murcharam, continuo a amar as “minhas rosas”.

À Rita, pelos anos de partilha de uma amizade sincera.

À Nokas, pelo que crescemos juntas em tão pouco tempo, pelos bons e maus momentos vividos durante este percurso, pela sinceridade, amizade, compreensão e, sem nunca esquecer, o “mau feitio”.

A mis compañeras de piso, siempre con un lugar en mi corazón, por los inolvidables momentos compartidos. Un agradecimiento especial a Mónica, por me haber brindado todo el apoyo y colaboración en la ardua tarea de las inversiones.

Ao Jorge Andrade, pela pequena mas admirável amizade que construímos.

À “Sarokas” Piedade, pelo companheirismo demonstrado.

Aos mais e menos presentes colegas de curso.

Ao Hélder do “frio” pelo esforço que fez para me compreender e fazer ser compreendido, e à restante equipa pela colaboração dada.

Ao Professor e coordenador das Piscinas Municipais de Rio Tinto, Jaime Sousa, pela cedência do espaço para a realização deste trabalho.

Ao Professor José Silva, pela paciência, prestabilidade e ajuda dada neste trabalho, bem como a todos os seus técnicos, prestáveis nos vários momentos.

Ao Director das Piscinas Municipais de Santa Maria da Feira, Jorge Amorim, pela colaboração e disponibilidade prestada.

A todos aqueles que de forma mais ou menos expressa contribuíram para o meu crescimento e para o findar de mais uma etapa.

Obrigada!

## Índice Geral

Agradecimentos .....	V
Índice de Figuras .....	IX
Índice de Quadros .....	X
Índice de Anexos .....	XI
Resumo .....	XIII
Abstract.....	XV
Abreviaturas.....	XVII
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	7
2.1. Gestão de Instalações Desportivas .....	9
2.2. Piscinas – definição e classificação .....	12
2.3. Gestão de Piscinas.....	14
2.3.1. Gestão de energia em piscinas .....	21
2.4. Perdas de energia térmica por evaporação .....	25
2.5. Coberturas.....	26
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	29
3.1. Amostra .....	31
3.2. Procedimentos Metodológicos .....	31
4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	33
4.1. Caracterização da Piscina Municipal de Rio Tinto .....	35
4.1.1. Caracterização Geral.....	35
4.1.2. Instalações e equipamentos .....	37
4.1.2.1. Zona da Nave .....	37
4.1.2.2. Zona de Serviços .....	40
4.1.2.3. Zona de Serviços Complementares .....	42
4.1.2.4. Zona Técnica .....	42
4.2. Cálculos Energéticos .....	54
4.3. Análise Económica do Projecto .....	65

4.3.1. Pressupostos assumidos.....	65
4.3.2. Dados financeiros associados à aplicação da cobertura isotérmica ....	67
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
5.1. Conclusões .....	73
5.2. Sugestões.....	74
6. BIBLIOGRAFIA.....	75
7. ANEXOS .....	XIX



## Índice de Figuras

Figura 1: Localização da cidade de Rio Tinto no concelho de Gondomar .....	35
Figura 2: Organigrama simplificado da entidade gestora das piscinas .....	36
Figura 3: Esquema simplificado do circuito de tratamento de água.....	48
Figura 4: Esquema simplificado da UTA. ....	51
Figura 5: Esquema simplificado da bomba de calor desumidificadora da nave da piscina (adaptado de Beleza (2007)).....	52
Figura 6: Esquema simplificativo das entradas e saídas de ar no desumidificador.....	57

## Índice de Quadros

Quadro 1: Critérios de classificação das piscinas de acordo com a Directiva CNQ 23/93.....	13
Quadro 2: Classificação das piscinas de acordo com a NP EN 15288-2:2009	13
Quadro 3: Temperatura dos tanques de acordo com a sua tipologia (Directiva CNQ 23/93).....	15
Quadro 4: Requisitos de conforto termo-higrométrico da nave da piscina.....	17
Quadro 5: Parâmetros a observar na água dos tanques para sistemas de desinfecção com cloro. ....	18
Quadro 6: Características dos vários tipos de coberturas .....	28
Quadro 7: Horário de Funcionamento da Piscina.....	37
Quadro 8: Características dos tanques da piscina .....	38
Quadro 9: Características dos tanques de compensação .....	43
Quadro 10: Lotação dos tanques de natação.....	44
Quadro 11: Características das Unidades Filtrantes .....	45
Quadro 12: Condições dos tanques e do ar da nave. ....	54
Quadro 13: Condições do ar exterior em (D).....	58
Quadro 14: Condições do ar extraído em (B).....	59
Quadro 15: Quantidade total de água condensada no desumidificador. ....	59
Quadro 16: Total de energia recuperada para cada uma das condições assumidas.....	60
Quadro 17: Condições de temperatura e humidade absoluta no ponto (E). ....	62
Quadro 18: Quantidade de calor a fornecer para aquecer o ar em (2). ....	63
Quadro 19: Dados energéticos para cada uma das condições assumidas.....	64
Quadro 20: Poupanças energéticas e financeiras anuais com a aplicação da cobertura isotérmica.....	68
Quadro 21: VAL, TIR e <i>Pay-Back</i> para cada uma das condições assumidas..	69

## Índice de Anexos

Anexo 1: Tabelas de registo diário de temperaturas, humidade relativa, níveis de cloro e pH.....	XXI
Anexo 2: Carta Psicrométrica.....	XXVIII
Anexo 3: Proposta fornecida para a aplicação de cobertura isotérmica de bolhas sobre o plano de água .....	XXIX
Anexo 4: Dados Financeiros associados à aplicação da cobertura isotérmica sobre o plano de água - condição a). .....	XXXI
Anexo 5: Dados Financeiros associados à aplicação da cobertura isotérmica sobre o plano de água - condição b). .....	XXXII
Anexo 6: Dados Financeiros associados à aplicação da cobertura isotérmica sobre o plano de água - condição c). .....	XXXIII



## Resumo

Sendo as piscinas um tipo de instalação desportiva bastante dispendiosa, quer em termos energéticos quer em termos económicos, há que garantir a sua sustentabilidade, investindo no sentido de reduzir os seus custos, sem nunca deixar de considerar a defesa da saúde pública dos utilizadores que a frequentam. Neste sentido, o presente estudo teve como propósito verificar a viabilidade energética e financeira decorrente da aplicação de uma cobertura isotérmica sobre a área total do plano de água nas horas de não utilização da Piscina Municipal de Rio Tinto, sendo estabelecidos os seguintes objectivos específicos: caracterizar a piscina, no que respeita aos seus diferentes espaços e equipamentos, tendo como base a legislação em vigor, recolher informação técnica e orçamental acerca das coberturas para piscinas, calcular a poupança energética de electricidade e gás natural conseguida para o condicionamento do ar da nave com a aplicação da cobertura isotérmica sobre o plano de água, e analisar a viabilidade financeira da aplicação da cobertura isotérmica sobre o plano de água. Como principais conclusões deste estudo verificamos que (i) as instalações e equipamentos da piscina em estudo encontram-se de acordo com os requisitos e normas vigentes na legislação em vigor, excepto o facto de a piscina estar próxima de linhas eléctricas de alta tensão e de linhas férreas, o chão do edifício ser permeável, a zona da bancada não ter qualquer instalação sanitária, nos balneários de cabines individuais existir apenas um lavatório, a sala de primeiros socorros não ter comunicação directa com o cais nem com o exterior, a temperatura da água dos tanques estar acima dos valores propostos o que gera um maior consumo energético, e, ao contrário do que seria de esperar, os valores da temperatura da água encontram-se acima dos valores da temperatura do ar da nave, situação esta susceptível de ocorrer devido ao incorrecto funcionamento do processo de climatização; (ii) verificou-se a inexistência de manuais dos equipamentos presentes na instalação; (iii) com a aplicação da cobertura isotérmica sobre o plano de água durante oito horas diárias de não utilização da piscina, obtemos uma poupança de 129.712 kW.h/ano de energia eléctrica, correspondente a 10856 €/ano, para qualquer

uma das condições assumidas; (iv) a poupança relativa ao gás natural, apresenta os seguintes valores, 25.6752,8 kW.h/ano, 25.6752,8 kW.h/ano e 23.7716,4 kW.h/ano, correspondendo os seguintes valores em euros, respectivamente, 13.169,27 €/ano, 12.837,6 €/ano e 11.885,82 €/ano; (v) constatámos que a aplicação da cobertura isotérmica sobre o plano de água, com um investimento de 37.148,60 €, mostra que o projecto é viável a nível financeiro para qualquer uma das condições assumidas, podendo o capital investido ser recuperado no final de, aproximadamente, 1,40 anos. O maior VAL obtido foi de 82.139,15 €, correspondendo a uma TIR de 73,53%. Do mesmo modo, o projecto reduz os consumos energéticos actuais.

**Palavras-chave:** COBERTURAS; ENERGIA; PISCINAS; INSTALAÇÕES; GESTÃO DESPORTIVA

## Abstract

Swimming pools are facilities that cost a lot of money when it comes to energetic and economic terms. It is important to assure sustainability, investing on the reduction of the costs, and have always in mind the defense of the public health of the users who attend it. In this sense, the present study had the purpose of verifying the energy and the financial feasibility that resulted by the application of an isothermal cover over the total area of the water during the hours when no one is using the Municipal Swimming Pool of Rio Tinto. The following specific objectives have been established: characterization of the swimming pool, when it comes to its different spaces and equipment, considering the basic legislation in force, collection of budgetary and technical information about of the covers for swimming pools, calculation of the energy savings of electricity and natural gas obtained for the conditioning of the air of the nave with the application of the isothermal cover on the plan of water, and analysis of the financial viability of the application of the isothermal cover on the water's plan. As main conclusions of this study, we could verify that (i) the facilities and equipments of the swimming pool in study find itself according to the requirements and in force norms of the legislation, apart from the fact that the swimming pool is close to electric lines of high tension and, also, to railway lines, the ground of the building is permeable, the zone of the workbench does not have any sanitary installation, in the individual cabins spas there is only one washbasin, the first aid room does not have direct communication with the quay neither with the outside, the temperature of the water of the tanks is above the established values which generates a highly energy consumption, and, on the contrary that would be of expect, the values of the temperature of the water find itself above the values of the temperature of the air of the nave, and this situation may occur due to the incorrect use of the heating process;(ii) it was also verified the absence of manuals of the present equipment in the installation; (iii) with the application of the isothermal cover on the water plan during eight daily hours, during the period when no one was using the place, we obtained electric savings of 129,712 kW.h/year which correspond to 10.856 €/year, for any of the conditions assumed; (iv) the savings of the natural gas

have the following values: 25.6752,8 kW.h/year, 25.6752,8 kW.h/year and 23.7716,4 kW.h/year, corresponding to the following values in euros 13.169,27 €/year, 12.837,6€/year and 11.885,82 €/year, respectively; (v) we established that the application of the isothermal cover on the water plan, with an investment of 37.148,60€, shows that the project is viable to the financial level for any of the conditions assumed, and the invested money will be regained in the end of, approximately, 1.40 years. The highest obtained VAL was of 82.139,15€, corresponding to a TIR of 73,53%. On the same way, the project reduces the current energy consumption.

**Keywords:** COVERS; ENERGY; SWIMMING POOLS; FACILITIES; SPORT MANAGEMENT



## Abreviaturas

AQS	Águas Quentes Sanitárias
CNQ	Conselho Nacional de Qualidade
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
LMI	Lotação Máxima Instantânea
LMD	Lotação Máxima Diária
LS	Lotação de Serviço
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
RSECE	Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios
UTA	Unidade de Tratamento do Ar
VAL	Valor Actualizado Líquido
TIR	Taxa Interna de Rentabilidade
WACC	Custo Médio Ponderado de Capital

## Unidades de medida

Área	$m^2$	metro quadrado
	$km^2$	quilometro quadrado
Caudal	$m^3/h$	metro cúbico por hora
	$m^3/s$	metro cúbico por segundo
	$L/s$	litro por segundo
Comprimento	$m$	metro
	$mm$	milímetro
Energia	$kW.h$	kilowatts por hora
Calor específico	$kJ/(kg.^{\circ}C)$	kilojoule por quilograma por grau Celsius
	$kcal/(kg.^{\circ}C)$	kilocaloria por quilograma por grau Celsius
Calor latente de vaporização	$J/kg$	joule por quilograma
	$kJ/kg$	kilojoule por quilograma
Numerário	€	euros
Potência	$W$	watt
	$kW$	kilowatt
Humidade	$kg_{H_2O}/kg_{ar_{seco}}$	quilograma de água por quilograma de ar seco
Temperatura	$^{\circ}C$	grau Celsius
Tempo	$h$	hora
	$s$	segundo
Velocidade	$m/s$	metro por segundo
Velocidade de filtração	$m^3/(h.m^2)$	metro cúbico por hora por metro quadrado
Volume	$m^3$	metro cúbico
	$L$	litro

## 1. INTRODUÇÃO





À medida que a sociedade se torna mais desenvolvida, o consumo de energia aumenta, mas nem sempre de modo eficiente. O Mundo avança de forma galopante, e os países tornam-se cada vez mais competitivos à medida que aumentam a sua eficiência energética, consumindo menos energia por unidade de produto realizado ou de serviço prestado. Esta situação ainda é pouco visível no sector dos edifícios, já que não têm aumentado a eficiência energética como seria desejável. O consumo de energia por parte dos edifícios, sobretudo os do sector terciário (onde se incluem as piscinas), tem aumentado, levando a repensar na gestão do nosso planeta, e em particular na das nossas piscinas.

As piscinas correspondem a um tipo de instalação desportiva com um elevado grau de complexidade ao nível da sua gestão e funcionamento, mas também grandes consumidoras de energia, essencialmente as cobertas (Sarmiento, in prefácio de Beleza, Santos, & Pinto, 2007). Sendo uma instalação dispendiosa, quer em termos energéticos quer em termos económicos, há que investir no sentido de reduzir os seus custos, sem nunca deixar de considerar a saúde pública dos utilizadores que a frequentam (Beleza, 2009). Por outro lado, é essencial salvaguardar a saúde do planeta em que habitamos, tendo em consideração que o consumo energético a partir de energia fóssil necessita de um processo de combustão que, no caso das piscinas, é realizado ao nível das caldeiras. O uso deste tipo de energia é responsável pela maioria das emissões de CO<sub>2</sub>, o principal gás causador do efeito de estufa, e de outros gases e partículas poluentes que prejudicam a saúde.

No contexto internacional, no programa de combate às alterações climáticas, Portugal, em conjunto com os restantes Estados membros da União Europeia, e no âmbito do Protocolo de Quioto, assumiu responsabilidades quanto ao controlo das emissões de gases de efeito de estufa. Para fazer face a esta situação, bem como às exigências em matéria de clima interior e à rentabilidade económica, os Estados membros têm vindo a fomentar um conjunto de medidas com vista a promover a melhoria do desempenho energético e das condições de conforto dos edifícios. É neste contexto que surge a Directiva nº2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16

de Dezembro, relativa ao desempenho energético dos edifícios. Esta directiva estabelece que todos os Estados membros da União Europeia devem implementar um sistema de certificação energética de forma a informar o cidadão sobre a qualidade térmica dos edifícios, aquando da construção, da venda ou do arrendamento dos mesmos, permitindo aos futuros utentes a obtenção de informações sobre os consumos de energia potenciais (para novos edifícios), reais ou aferidos para padrões de utilização típicos (para edifícios existentes). Os objectivos da Directiva nº2002/91/CE passam pelo enquadramento geral para uma metodologia de cálculo do desempenho energético integrado dos edifícios, aplicação dos requisitos mínimos para o desempenho energético dos novos edifícios bem como dos grandes edifícios existentes que sejam sujeitos a importantes obras de renovação, certificação energética dos edifícios e a inspecção regular de caldeiras e instalações de ar condicionado nos edifícios e, complementarmente, a avaliação da instalação de aquecimento quando as caldeiras tenham mais de 15 anos.

A 4 de Abril de 2006, a referida directiva foi transposta para a ordem jurídica nacional através de um conjunto de publicações legislativas, sendo elas:

- O Decreto-Lei n.º 78/2006 que aprova o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios;
- O Decreto-Lei n.º 79/2006 que aprova o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) do âmbito do SCE;
- O Decreto-Lei n.º 80/2006 que aprova o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE).

A actual legislação sobre a eficiência energética e a qualidade do ar interior dos edifícios, vertida nos decretos referidos, surgiu devido ao aumento gradual do consumo de energia pelos edifícios, sobretudo os do sector terciário, onde se incluem as piscinas. Este aumento de energia verificou-se devido ao crescimento da procura de sistemas de climatização nos últimos anos, como resposta à melhoria do nível de vida das populações e do seu maior grau de exigência em termos de conforto. Para além dos acentuados gastos energéticos, a inexistência de exigências legais quanto a valores

mínimos de renovação do ar, bem como a continuada falta de controlo e manutenção das instalações, podem levar a problemas significativos ao nível da saúde pública. Deste modo, e de uma forma geral, os objectivos da nova legislação são limitar o consumo energético máximo dos edifícios de habitação e incentivar a introdução de energias renováveis, melhorar a eficiência energética e controlar a qualidade do ar interior dos edifícios abrangidos, e atribuir a certificação energética.

Estando a maioria das piscinas de uso público abrangidas por esta legislação, será fundamental garantir a sua sustentabilidade através da redução dos custos e da utilização racional de energia e de água. Deste modo, neste trabalho pretende-se verificar a viabilidade energética e financeira decorrente da aplicação de uma cobertura isotérmica sobre a área total do plano de água nas horas de não utilização da Piscina Municipal de Rio Tinto. Tal como é evidenciado na literatura existente, mas essencialmente na informação de carácter comercial, a sua aplicação leva à redução dos níveis energéticos, que por sua vez exigirá menos gastos financeiros. Para concretizarmos o objectivo em causa bem como a hipótese em causa, relativa à redução energética e financeira, apresentam-se um conjunto de objectivos a cumprir com este trabalho, sendo eles:

- Caracterizar a piscina, no que respeita aos seus diferentes espaços e equipamentos;
- Recolher informação técnica e orçamental acerca das coberturas para piscinas;
- Calcular a poupança em energia eléctrica e gás natural conseguida para o condicionamento do ar da nave com a aplicação da cobertura isotérmica sobre o plano de água;
- Analisar a viabilidade financeira da aplicação da cobertura isotérmica sobre o plano de água.





## **2. REVISÃO DA LITERATURA**





## **2.1. Gestão de Instalações Desportivas**

A capacidade de gerir o desporto contacta com a presença de um ambiente de mudança constante, onde tudo acontece a uma velocidade galopante (Pinto & Sarmento, 2009; Teixeira, 2000). Assim, a crescente evolução tecnológica e a crescente dimensão social do desporto na sociedade contemporânea, torna a gestão do desporto mais exigente a cada dia que passa (Pires & Sarmento, 2001), havendo a necessidade de estar totalmente a par das mudanças e inovações, de forma a criar contínuas adaptações e objectivar as metas estabelecidas. Para conseguir a rentabilidade e qualidade exigidas, Sancho (2004) refere que no contexto do desporto a gestão torna-se cada vez mais importante, pressupondo a coordenação de diferentes desempenhos, planificações e organização de várias pessoas.

Segundo Pires e Sarmento (2001), a gestão desportiva caracteriza-se por ser uma actividade contextualizada onde, numa perspectiva multicultural, se gere uma tecnologia, o desporto, tendo em consideração o nível e âmbito de intervenção, não bastando aplicar as funções de gestão, planear, liderar, coordenar e controlar, mas tornando-se necessário conhecer o meio ambiente, cultural, económico, social, político e tecnológico onde estão a ser aplicadas.

Tudo isto é transversal para as instalações desportivas, onde se impõem determinadas estratégias, atitudes e procedimentos, e onde estejam presentes ideias bem reflectidas e fundamentadas (Pires & Sarmento, 2001), de forma a responder às exigências da qualidade e multifuncionalidade dos serviços existentes (Sarmento, 2002, 2005). Assim, a gestão desportiva é classificada por Constantino (1999), como sendo o conjunto de procedimentos que tem por objectivo a optimização social (equipamento público), desportiva (equipamento associativo) e económica (equipamento privado) de qualquer instalação desportiva.

Pires e Sarmento (2009) referenciam a diferença entre dois tipos de equipamentos desportivos: as instalações desportivas, construídas especificamente para a prática desportiva, e as áreas de actividade desportiva, isto é, equipamentos desportivos que usam o meio natural para a pratica desportiva. Deste modo, segundo os mesmos autores a instalação desportiva

caracteriza-se pela construção específica de um local de prática desportiva, cujo espaço desportivo corresponde a modelos mais ou menos bem definidos que se repetem de forma idêntica e uniforme, desde os mais convencionais (campos de futebol, piscinas desportivas, polidesportivos) aos mais singulares (campos de golf, canais de águas bravas, pistas de esqui).

O Decreto-Lei n.º 317/97, de 25 de Novembro, que define o regime de instalação e funcionamento das instalações desportivas de uso público, independentemente de a sua titularidade ser pública ou privada e visar ou não fins lucrativos, refere que “*são instalações desportivas os espaços de acesso público organizados para a prática de actividades desportivas, constituídos por espaços naturais adaptados ou por espaços artificiais ou edificados, incluindo as áreas de serviços anexos e complementares*”. O mesmo Decreto-Lei classifica as instalações desportivas em: i) desportivas de base, que se subdividem em recreativas, destinadas a actividades informais no âmbito das práticas recreativas de manutenção e lazer (pátios desportivos, as piscinas cobertas e descobertas com plano de água total inferior a 166 m<sup>2</sup>, espaços urbanos e naturais para animação desportiva local), e formativas, concebidas para a educação desportiva de base, no âmbito do ensino e do associativismo desportivo (salas de desporto, salas de desporto e pavilhões polivalentes, piscinas de aprendizagem, desportivas e polivalentes ao ar livre ou cobertas); ii) especializadas ou monodisciplinares (pistas de ciclismo, campos de golfe, picadeiros, etc.); e, iii) especiais para espectáculo desportivo concebidas para realização de manifestações desportivas, preparadas para receber público, meios de comunicação social e apetrechadas com os meios técnicos indispensáveis aos níveis mais elevados da prestação desportiva (estádios, piscinas para competição, etc.).

No que se refere às instalações desportivas, parece não existir a necessidade de corresponder a uma determinada procura nem justificar investimentos, sendo suficiente construir e ir utilizando (Pinto & Sarmiento, 2009; Sarmiento, 2002, 2005), pelo que se torna fundamental justificar o seu planeamento e construção, através de investimentos no mercado, com vista o aumento da qualidade dos serviços e a diminuição do seu custo (Sarmiento, 2005). Deste modo, todas as fases de vida de uma instalação desportiva,

desde o momento do projecto até ao seu período de funcionamento e respectiva conservação, são fundamentais para o seu sucesso (Gallardo & Jiménez, 2004), sendo que para o conseguir há a necessidade de fazer diversos investimentos, condicionando, muitas das vezes, a rentabilidade da exploração e funcionamento dos equipamentos e instalações (Sarmiento, 2002, 2005).

Constantino (1999) refere que qualquer opção de construção de um novo equipamento desportivo carece de cuidada preparação, criteriosas opções, estudos adequados, que habilitem quem tem de decidir à segurança da decisão que considera mais ajustada. Do mesmo modo, Pinto e Sarmiento (2009) referem que a tomada de decisão para a construção de um novo equipamento desportivo deve fundamentar-se em aspectos como a sua capacidade de dar resposta às necessidades da população envolvente, a sua localização estratégica, o seu enquadramento ambiental e funcionalidade que irão permitir uma gestão equilibrada.

Existe, igualmente, a importância do custo social das instalações desportivas, que deve ser considerado. No caso específico do nosso trabalho, as piscinas, apesar de serem infra-estruturas desportivas de difícil exploração económica, uma vez que apresentam despesas de manutenção e custos elevados, devem ser vistas numa perspectiva social, ou seja, medindo, a rentabilidade social que delas advém (Aragão, 2006; Pires & Sarmiento, 1999a, 1999b). Estas considerações vão de encontro ao que refere Constantino (1999), que afirma que as piscinas públicas têm exigências no plano de custos de utilização que resultam de um conjunto de serviços indispensáveis ao seu funcionamento, à sua manutenção e ao enquadramento das actividades desportivas, pelo que os problemas de retorno no plano financeiro podem não ser um total problema, por se assumirem como um custo social.

Deste modo, Pires e Sarmiento (1999b) referem que o serviço público desportivo pode e deve ser profissional, organizado e estruturado numa lógica empresarial e de mercado, permitindo um equilíbrio efectivo e real na relação custos/benefícios das instalações desportivas. Torna-se um objectivo de grande interesse, reduzir os custos de manutenção das instalações e seus equipamentos desportivos, investindo na procura de soluções eficientes e

integradas, capazes de diminuir o impacto financeiro nos orçamentos (Pires & Sarmiento, 1999a; Sarmiento, 2004).

## **2.2. Piscinas – definição e classificação**

De acordo com a Directiva 23/93, do Conselho Nacional da Qualidade, “piscina” é definida como *“uma parte ou um conjunto de construções e instalações que inclua um ou mais tanques artificiais apetrechados para fins balneares e actividades recreativas, formativas ou desportivas aquáticas”*. Em norma mais actual, a NP EN 15288-2:2009, do Instituto Português da Qualidade, refere-se ao termo “piscina/tanque” como uma *“instalação dotada de um ou vários planos de água, destinada à prática da natação, actividades recreativas ou outras actividades físicas em meio aquático”*.

A Directiva CNQ 23/93 faz a distinção entre a definição de “piscina” e a definição de “piscinas de uso público”, abrangendo, a última, *“as piscinas e os estabelecimentos de recreação aquática que podem ser utilizados pelo público em geral, independentemente da sua titularidade ou forma de ingresso, e estejam ou não integradas em espaços públicos municipais, clubes desportivos, escolas, parques de campismo, hotéis, complexos turísticos”*. Segundo a mesma directiva, as piscinas podem ser classificadas de acordo com vários critérios, desde a natureza ambiental às características morfológicas e funcionais dos tanques (quadro 1).

**Quadro 1: Critérios de classificação das piscinas de acordo com a Directiva CNQ 23/93**

<b>Critérios de classificação das piscinas – Directiva CNQ 23/93</b>	
<b>Ambiente ou tipologia construtiva</b>	Ar livre
	Cobertas
	Combinadas
	Convertíveis
	Desportivos
<b>Valência ou tipologia funcional</b>	Desportivos para saltos
	Aprendizagem e recreio
	Infantis ou Chapinheiros
	Recreio e diversão
	Polifuncionais

A Directiva CNQ 23/93 considera uma “piscina coberta”, uma instalação que comporta *“um ou ao mais tanques artificiais confinados em ambientes constituídos por estruturas fixas e permanentes”*. Do mesmo modo, a NP EN 15288-2:2009, de uma forma similar, define-a como uma *“instalação compreendendo um ou mais planos de água para banhos, integrada num edifício e coberta por uma estrutura (fixa ou móvel) ”*.

Numa outra classificação, e de acordo com a NP EN 15288-2:2009, as piscinas dividem-se em três tipos, sendo os dois primeiros referentes a piscinas de uso público, consideradas como aquelas que estão acessíveis ao público em geral, independentemente do modo de pagamento para acesso. (quadro 2).

**Quadro 2: Classificação das piscinas de acordo com a NP EN 15288-2:2009**

<b>Classificação das piscinas – NP 15288-2:2009</b>	
<b>Tipo 1</b>	Piscinas onde as actividades aquáticas se constituem como a actividade principal, como exemplo, as piscinas municipais, piscinas de recreio e lazer e parques aquáticos, sendo o seu uso considerado público.
<b>Tipo 2</b>	Destinadas a proporcionar serviços complementares à actividade principal de empreendimentos, como exemplo, piscinas de hotéis, piscinas de parques de campismo, piscinas de clubes e piscinas terapêuticas, sendo de igual modo o seu uso considerado público.
<b>Tipo 3</b>	Todas as piscinas com excepção das piscinas do tipo 1 e 2

Tendo em consideração a continuidade do nosso trabalho consideremos a definição de piscina coberta (directiva CNQ 23/93) e do tipo 1 (NP EN 15288-2:2009).

### **2.3. Gestão de Piscinas**

Uma piscina municipal é uma infra-estrutura muito exigente a vários níveis, sendo importante salvaguardar todos os aspectos técnicos e normativos desde o momento da sua projecção até à sua gestão propriamente dita (Barbosa, 2007). A complexidade que é atribuída a uma piscina resulta de um conjunto de factores como são os técnicos, a diversidade e especificidade de equipamentos utilizados e a elevada exigência colocada ao nível de parâmetros de funcionamento de qualidade (Soares, 2004), pelo que existem diferentes áreas de actuação na organização e gestão das piscinas que vão desde o nível administrativo, do planeamento e sua avaliação, do técnico e das instalações e equipamentos (Costa, 2000; Osinski, 1997). Deste modo, será importante ter em consideração um vasto número de variáveis, desde o perfil dos utilizadores, às práticas decorrentes na instalação, até a toda uma componente económica.

O sucesso da gestão de uma piscina deve ser medido pela resposta aos objectivos iniciais estabelecidos para a sua existência e funcionamento (Costa, 2007). Sendo assim, segundo o mesmo autor, os resultados atingidos representam um exemplo da importância de planejar, planejar para alcançar objectivos, planejar o que é exequível e de executar o que foi planeado. Todo este planeamento deverá começar desde o momento da execução da obra, pelo que a esta, competirá consagrar pormenorizadamente todos os requisitos formais e funcionais do equipamento (Barbosa, 2007). O projecto deverá ser funcional, com as dimensões correctas e localização adequada (Gallardo & Jiménez, 2004). Na mesma sequência de ideias, Baptista (2000), refere que a concepção e localização de uma piscina são extremamente importantes, devendo ser devidamente planeadas para um longo período de vida.

Já em funcionamento, no que se refere à gestão de uma piscina propriamente dita, deverá haver a capacidade e formação que possam garantir



o uso dos equipamentos técnicos de acordo com as suas normas, bem como assegurar a manutenção rotineira e periódica do edifício (Barbosa, 2007). Será uma boa gestão da manutenção dos equipamentos e das instalações a que permitirá oferecer serviços de qualidade e reduzir os custos da gestão da própria instalação (Gallardo & Jiménez, 2004).

Numa piscina coberta, as relações que o cliente experimenta com as instalações e os equipamentos são determinadas pelos aspectos da temperatura da água, dos espaços e sua higiene (Costa, 2000). Soares (2004) refere que é necessário assegurar o conforto dos utentes, garantir a conservação do edifício e otimizar os custos de exploração, sendo a temperatura, a humidade e a taxa de renovação do ar, os factores que mais influencia têm sobre esses aspectos.

Salvo alguma excepção, nas piscinas desenvolvem-se programas aquáticos para os diferentes grupos populacionais (bebés, crianças e jovens, adultos que praticam natação com fins recreativos, nadadores que treinam e competem e pessoas que procuram, na natação, um fim terapêutico), tendo, cada um deles, necessidades diferentes relativamente à temperatura da água dos tanques (Vallejo, Zafra, Rodríguez, & Hidalgo, 2008), sendo, sobretudo crianças e idosos, os grupos que preferem temperaturas da água mais elevadas, entre os 30 e os 35°C (Beleza et al., 2007).

De acordo com Vallejo et al.(2008), os tanques de pouca profundidade, normalmente os de aprendizagem, apresentam temperaturas um pouco mais elevadas do que os tanques mais profundos. Na Directiva CNQ 23/93, aconselham-se os seguintes valores da temperatura da água, de acordo com a tipologia do tanque (quadro 3).

**Quadro 3: Temperatura dos tanques de acordo com a sua tipologia (Directiva CNQ 23/93)**

<b>Tipologia do tanque</b>	<b>Temperatura, °C</b>
Desportivos	24 a 26
Desportivos para saltos	26 a 28
Aprendizagem e recreio	26 a 28
Infantis ou Chapinheiros	28 a 30
Recreio e diversão	26 a 28
Polifuncionais	26 a 28

No entanto, dentro do mesmo tipo de tanque podem desenrolar-se diferentes actividades, sendo que em cada uma delas as temperaturas exigidas são diferentes. Por exemplo, num tanque de aprendizagem podem decorrer actividades aquáticas para bebés ou uma aula de hidroginástica, preferindo, os utentes da segunda actividade, temperaturas mais baixas. Não sendo, a temperatura da água, do agrado de todos, compete ao responsável da piscina “gerir” de forma equilibrada essa temperatura, procurando em simultâneo esclarecer e informar os utentes das diversas implicações existentes (Teixeira, 1994), estando sempre consciente, o gestor da piscina, que um aumento da temperatura poderá representar um aumento nos custos energéticos, mas diminuí-la pode corresponder a uma diminuição razoável da afluência, e portanto, das receitas (Beleza et al., 2007).

É importante ter em consideração, que a temperatura da água está directamente relacionada com a sua contaminação, isto é, quanto mais elevada estiver a temperatura maior será a estimulação da actividade bacteriológica (Beleza et al., 2007; Rabi, Khader, Alkafajei, & Aqoulah, 2007). Contudo, Beleza et al.(2007) referem que ajustando, correctamente, a concentração de desinfectante à temperatura, pode-se garantir o mesmo, ou maior, grau de protecção, tanto a 26° C como a 34°C. Por outro lado, elevadas temperaturas da água levam a um aumento da taxa de evaporação e das perdas de calor, sendo que quando o ar não é correctamente tratado, a má qualidade do ar poderá ser um contexto adverso para a saúde dos utilizadores e dos funcionários (Griffiths, Edwards, & Scott, 2005).

O odor dentro de uma piscina é bastante característico e deriva da existência de compostos químicos (cloro, cloraminas, trihalometanos, etc.) no ar, tornando-o incómodo e gerando mal-estar (Beleza et al., 2007). O nível de concentração destes subprodutos depende do tamanho da construção, da quantidade de ar fresco introduzido no sistema, da circulação do ar e da ventilação (Aprea et al., 2010), mas também da pressão de vapor da substância, da sua concentração e solubilidade na água, da área de contacto ar/água, da temperatura da água, da velocidade do ar à superfície da água, da turbulência provocada pelo movimento dos banhistas, e sobretudo, da

renovação do ar da piscina, sendo, por isso, fundamental fazer a sua correcta renovação (Beleza et al., 2007).

No que respeita ao ar da nave, a Directiva CNQ 23/93 apresenta requisitos de conforto termo-higrométrico (quadro 4). Todos esses aspectos devem ser tidos em consideração para conseguir alcançar óptimas condições (LaRue, Sawyer, & Vivian, 2005).

**Quadro 4: Requisitos de conforto termo-higrométrico da nave da piscina**

<b>Requisitos</b>	<b>Valores</b>
Humidade Relativa do ar	55 a 75%
Temperatura (seca) do ar	Superior ou igual à da água do tanque com a temperatura mais baixa, com o mínimo de 24°C
Temperatura de bolbo húmido	Mínima de 23 °C
Caudal de ar renovado por banhista <sup>1</sup>	6 L/s
Velocidade do ar insuflado	Inferior a 0.2 m/s

A humidade do ar é importante na medida em que, valores baixos tornam o ambiente menos confortável para o banhista molhado porque a rápida evaporação da água do corpo provoca sensação de frio, e valores elevados de humidade, para além do desconforto que geram na respiração dos utilizadores do complexo, originam condensações nas superfícies mais frias que deteriorarão os materiais (Beleza et al., 2007). Por seu lado, a temperatura do ar é um parâmetro a considerar, situando-se, habitualmente, a dois graus acima da temperatura da água (Chivetta, 2004), nunca devendo ultrapassar os 30°C (Beleza et al., 2007).

Menos perceptível, mas de grande importância para os clientes, é a qualidade da água (Costa, 2000). É fundamental a manutenção da qualidade da água no que respeita à sua desinfeção e filtração, já que tem em vista a segurança e saúde dos utentes e a prevenção da transmissão de doenças infecciosas (Hooker et al., 2010).

<sup>1</sup> De acordo com o Anexo VI do Decreto-lei 79/2006 de 4 de Abril, o caudal mínimo de ar novo deve ser de 10 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>).

Tendo origens muito diversas, a contaminação da água das piscinas é, primariamente feita pelos banhistas (Beleza et al., 2007; Garrido, 1997; Silva, 2000; Trianti-Stourna et al., 1998) através das diferentes substâncias, como excreções e tecidos humanos (suor, saliva, cabelo, urina, etc.) e cosméticos (cremes, loções, óleos, etc.) (Trianti-Stourna et al., 1998). Estas substâncias dissolvidas ou suspensas na água são removidas no momento da filtração, sendo que para facilitar a sua remoção é aplicado um floculante, formando partículas mais densas e fáceis de eliminar (Aprea et al., 2010; Beleza et al., 2007).

O desinfectante mais utilizado e eficaz é o cloro (Aprea et al., 2010; Beleza et al., 2007; Silva, 2000), que adicionado à água inactiva os microrganismos patogénicos (Aprea et al., 2010). No entanto, os valores de cloro na água devem cumprir o exposto na Directiva CNQ 23/93 (quadro 5) de modo a não ter efeitos adversos na saúde dos utentes. Outros desinfectantes podem ser usados, como são o ozono, que reduz o odor característico das piscinas tratadas apenas com cloro, (Griffiths et al., 2005), no entanto, não tendo qualquer efeito residual que continue a agir na água, deverá ser acompanhado com cloro ou bromo (Aprea et al., 2010). Por outro lado, a radiação ultravioleta, em conjunto com um composto de cloro ou bromo, apesar de ter custos mais elevados do que os anteriormente referidos, tem benefícios ao nível da desinfecção, já que este tipo de tratamento tem a capacidade de desenvolver mecanismos de imunização sobre os microrganismos e reduzir a concentração de cloraminas (Beleza et al., 2007).

**Quadro 5: Parâmetros a observar na água dos tanques para sistemas de desinfecção com cloro.**

Parâmetros	Valores
Cloro Livre Activo - Cl <sub>2</sub>	0,5 a 1,2 mg/L para valores de pH de 6,9 a 7,4
	1,0 a 2,0 mg/L para valores de pH de 7,5 a 8,0
Cloro Total	Igual ao máximo teor de cloro livre + 0,5 mg/L

Outro importante passo do tratamento da água é a neutralização. São vários os produtos a aplicar, dependendo do valor de pH a que se encontra a água. Este valor prediz muito acerca da qualidade da água da piscina, uma vez que está associado à sua alcalinidade (Rabi et al., 2007). Segundo a Directiva

CNQ 23/93, os valores de pH devem situar-se no intervalo de 6,9 e 8,0. No entanto, segundo Beleza et al. (2007) deve adoptar-se valores óptimos entre 7,4 e 7,6.

Em termo de conclusão, verificamos que a correcta circulação, filtração e desinfecção, a higiene nas diferentes zonas da instalação, mas também a higiene pessoal dos banhistas, são variáveis fundamentais para controlar a qualidade da água da piscina (Trianti-Stourna et al., 1998).

Todas as normas associadas à gestão referente ao controlo dos parâmetros químicos e bacteriológicos da água, à temperatura da água dos tanques e do ar, à lotação, à ventilação da nave da piscina e da zona de serviços de apoio, bem como da higiene, segurança e saúde, estão presentes na Directiva CNQ 23/93, que tem como objectivo manter a funcionalidade e qualidade do serviço, e cumprir parâmetros de higiene, segurança e saúde pública. No entanto, esta Directiva, como refere Beleza (1997) é, apenas, um documento orientador, sem qualquer força de lei, e como tal não se sabe a quem compete fazer cumprir a Directiva e quais as condições em que se aceitam as piscinas que não satisfaçam os requisitos definidos. Esta situação leva Soares (2004) a referir que a segurança das piscinas e o seu bom funcionamento depende mais da consciência e do cuidado das entidades responsáveis pela exploração e dos seus colaboradores. Apesar disso, para qualquer técnico com responsabilidade no funcionamento de uma piscina é fundamental o conhecimento detalhado da Directiva CNQ 23/93 (Baptista, 2000). De acordo com um estudo elaborado em 26 piscinas das regiões norte e centro de Portugal, conclui-se que apesar da maioria das piscinas ser de gestão municipal, parece existir ainda um número elevado de operadores não qualificados, com lacunas ao nível do conhecimento de problemas afectos ao funcionamento dos circuitos de tratamento, bem como alguns incumprimentos de normas expressas na Directiva CNQ 23/93 (Soares, Fernandes, Soares, & Rama, 2004).

Para além da referida directiva, surgiu o Decreto-Lei n.º65/97, de 31 de Março, com o intuito de regular a instalação e funcionamento dos recintos com diversões aquáticas, fazendo referência a um conjunto de condições técnicas e de segurança a cumprir no Decreto-Regulamentar n.º 5/97, de 31 de Março. No

entanto, de acordo com o artigo 2 do Capítulo I do Decreto-Lei referido, “*não são considerados recintos com diversões aquáticas aqueles que unicamente disponham de piscinas de uso comum, nomeadamente as destinadas à prática de natação, de competição, de lazer ou recreação*”, pelo que as piscinas de uso público não estão enquadradas neste documento. Como consequência do Decreto-Lei n.º 65/97 foi publicado o Decreto-Regulamentar n.º 5/97 que contém as “*normas necessárias à regulamentação das condições técnicas e de exploração deste tipo de recintos*”. De acordo com o ponto 1 do anexo I do artigo 4º do referido Decreto-Regulamentar, as piscinas públicas poderão ser incluídas no tipo de piscinas polivalentes, já que estão destinadas a “*diferentes categorias de utentes e de actividades*”.

A entidade que faz a vigilância sanitária das piscinas públicas é a Direcção-Geral da Saúde, tendo como guia a Circular Normativa n.º 14/DA, de 21 de Agosto de 2009, e cumprindo o Programa de Vigilância Sanitária de Piscinas (PVSP). A referida circular tem como objectivos gerais “*uniformizar procedimentos relativos à vigilância sanitária de piscinas, a adoptar pelos serviços de saúde pública, apresentando esquematicamente as várias acções a empreender no âmbito desse programa*”, bem como “*indicar os parâmetros microbiológicos e físico-químicos a analisar, os valores de referência máximos (ou indicativos) e as técnicas de amostragem no âmbito das acções de monitorização da qualidade da água da piscina e o ar, quando necessário*”.

Ao nível da segurança relativa ao funcionamento das piscinas, a norma europeia NP EN 15288-1 e 2:2009 descreve recomendações para a construção, planeamento, operação e sobre riscos para o pessoal e utilizadores das piscinas públicas. Esta norma vem substituir a Directiva CNQ 23/93, no entanto, esta apresenta-se ainda bastante actual devido às falhas da norma europeia, nomeadamente no que respeita à qualidade da água da piscina.

Até aqui, percebemos que é crucial para um gestor dominar um conjunto de aspectos às condições técnicas e ambientais numa piscina, bem como um conjunto de normas e leis que deverão ser cumpridas, com vista o bom funcionamento das instalações e fornecimento de serviços de qualidade. No entanto, são necessários recursos humanos capacitados com funções

específicas para conseguir alcançar os objectivos previamente definidos (Baptista, 2000; Gallardo & Jiménez, 2004). A qualidade dos serviços, o bem-estar e a satisfação dos utilizadores, mas também a captação e a fidelidade de um número cada vez maior de praticantes, depende de pessoas qualificadas em cada uma das funções da piscina, como são o gestor da instalação, o encarregado geral, o corpo docente e os diferentes serviços (administrativos, manutenção e recepção) (Baptista, 2000). É a participação activa e o envolvimento de todos os elementos da organização o principal factor de sucesso (Costa, 2000).

Os custos com o pessoal representam uma parte significativa das despesas totais da piscina pública, apontando a Sociedade Balnear Alemã (1988) para 40 a 50%, sendo, por isso, compreensível que sejam adoptadas reformas de poupança a este nível. Para reduzir estes custos, Yarger (2007), foca a importância de se recorrer a equipamentos automáticos que reduzam os recursos humanos, pela capacidade que têm de fazer o controlo sem a presença de um técnico. Não obstante, Soares (2004) ressalva que apesar da existência, actualmente, de controlo informático das instalações e da respectiva autonomização dos equipamentos de tratamento, não será de dispensar um técnico especializado, que controle os desvios normais de funcionamento ou que pelo menos os detecte de forma célere.

### **2.3.1. Gestão de energia em piscinas**

A gestão da energia é parte essencial do planeamento e da gestão, não podendo ser subestimada, especialmente com desportos que consomem grandes quantidades de energia (LaRue et al., 2005). O consumo energético nas instalações desportivas difere significativamente de acordo com a sua localização, o tipo e o uso que lhe é dado (Trianti-Stourna et al., 1998). No que se refere ao caso das piscinas, estas são um tipo de instalação desportiva com um elevado grau de consumo energético, essencialmente as cobertas (Sarmiento, in prefácio de Beleza et al., 2007).

A gestão de energia nas piscinas aparece como um problema do presente, mas também do futuro próximo, já que quer os produtos quer a

energia estão cada vez mais caros, o que suscita preocupação para o gestor. São alguns factores, como o tipo, o número e o tamanho dos tanques, a frequência de utilização e a capacidade dos sistemas de tratamento utilizados que vão fazer depender os gastos diários de uma piscina (Soares, 2004), já que influenciam os consumos de água, produtos químicos, manutenção, pessoal e energia.

Os principais consumos energéticos são apontados para o aquecimento da água da piscina e para o condicionamento do ar da nave (Trianti-Stourna et al., 1998), que por sua vez, exigem gastos ao nível da energia eléctrica e de combustível, tornando-se, estas, as parcelas mais importantes na factura energética de uma piscina (Beleza et al., 2007). Deste modo, e segundo os mesmo autores, há que racionalizar a utilização da energia e da água, considerando os seus custos na gestão da piscina, de modo a garantir a sua sustentabilidade. Na mesma linha de pensamento, a Sociedade Balnear Alemã (1988) refere que as piscinas são das instalações públicas de maior consumo de energia, ascendendo, as necessidades de aquecimento, 25 a 30% do conjunto das despesas correntes de gestão.

As perdas de energia, sob a forma de calor, são um problema significativo nas piscinas aquecidas, sendo vários os factores associados: diferenças de temperatura entre a água e o ar ambiente, a área do plano de água, os níveis de humidade relativa, a velocidade do ar, e a localização geográfica da instalação desportiva (Osinski, 1997). De acordo com o mesmo autor, as perdas de calor podem ser por radiação, condução, convecção e evaporação.

As perdas de calor por radiação ocorrem quando dois corpos apresentam temperaturas diferentes, mesmo sem a existência de meio físico entre eles, que no caso específico das piscinas refere-se à transmissão de calor, por radiação, do plano de água para o tecto, que por sua vez, fará idêntica transmissão – a chamada radiação térmica (Beleza et al., 2007). Por outro lado, o calor poderá perder-se através do contacto com um objecto frio, ou seja, através de fenómenos de condução (Osinski, 1997), ou ainda através de fenómenos de convecção, quando a temperatura do ar da nave for maior do que a temperatura da água da piscina, havendo transferência de calor (Beleza



et al., 2007). Por fim, os fenómenos de evaporação da água da piscina, segundo Beleza et al. (2007), abarcam uma grande parte das perdas de calor. Mais à frente deste trabalho será desenvolvido o fenómeno de evaporação de forma mais aprofundada.

Dentro das preocupações por parte do gestor, as perdas de calor deverão ser abordadas através de um plano global de gestão de energia, estabelecendo metas na redução dos consumos energéticos, realizando fiscalizações energéticas periódicas, para além de ter pessoal formado ao nível da gestão de energia (Osinski, 1997).

O principal objectivo de um programa de gestão energética é maximizar a eficiência de todos os sistemas (LaRue et al., 2005). Sendo ele bem sucedido, resultará em melhores condições de conforto interior e em poupanças energéticas significativas, no entanto, estando isto dependente da construção, da instalação, funcionamento e manutenção de todos os equipamentos, bem como do pessoal adequado (Trianti-Stourna et al., 1998).

Sendo a piscina, uma instalação dispendiosa, em termos energéticos e económicos, é necessário investir no sentido de reduzir os seus custos, sem nunca deixar de considerar a saúde pública dos utilizadores que a frequentam. Este investimento passa pela aplicação de um conjunto de medidas e técnicas, referidas por vários autores, que permitem a poupança de energia.

Beleza (2009) propõe um conjunto de medidas para a redução dos custos energéticos que vão passar pela arquitectura do projecto, pela diminuição das temperaturas da água e do ar, pela recuperação do calor do ar rejeitado, pela recuperação do calor da água quente sanitária e pela instalação de equipamentos mais eficientes. Vitorino Beleza no Seminário “Qualidade e Sustentabilidade de Complexos Aquáticos” (in Aragão, 2006), referiu que é fundamental manter um equilíbrio entre a temperatura da água e do ar, estando sempre a segunda um grau acima da primeira, tal como é referido na Directiva CNQ 23/93, na medida em que, quanto mais baixa é a humidade mais dispendiosa se torna a factura energética.

Teixeira (1994), por sua vez, refere a separação de circuitos de tratamento para cada um dos tanques existentes na piscina com vista a

redução do consumo energético, já que permite diferenciar a temperatura da água para cada um deles, ao invés de usar os valores mais elevados.

Outra das soluções para a poupança energética é o recurso a fontes de energia renováveis, particularmente a energia solar para o aquecimento de água das piscinas (Beleza, 2009; Beleza et al., 2007; Souza & Guerra, 2007; Teixeira, 1994). A energia solar é uma das fontes absolutas do planeta e pode substituir uma parte significativa dos sistemas convencionais, com a vantagem de não agredir o meio ambiente e ser renovável (Souza & Guerra, 2007).

Em piscinas com mais de 200 m<sup>2</sup> de plano de água o uso de sistemas de co-geração poderá ser uma opção viável (alínea *d*) do ponto 7 do artigo 27, do capítulo IX, do Decreto-Lei n.º 79/2006) na redução significativa da factura energética global, para além de reduzir a emissão de gases de efeito de estufa, uma vez que usa, na maior parte dos casos o gás natural como fonte energética (Herbert, 2004). A partir da mesma fonte energética, a co-geração produz de forma simultânea energia térmica e energia eléctrica, utilizando o combustível de uma forma mais eficiente (Herbert, 2004).

A bomba de calor, utilizada na desumidificação do ar de piscinas é uma das soluções para a redução da energia consumida no aquecimento da água e do ar (Beleza et al., 2007). Este tipo de equipamentos consegue aproveitar a energia disponível no ambiente para o aquecimento, reduzindo, assim, o consumo de outras fontes não renováveis de energia<sup>2</sup>.

O uso de luz natural no espaço interior das instalações aquáticas, sob o ponto de vista energético permite complementar o calor e a iluminação artificial, para além do aspecto estético que a luz natural causa no espaço interior (LaRue et al., 2005).

A colocação de coberturas no plano de água para reduzir os custos de aquecimento, os gastos de manutenção, o consumo de produtos químicos, as necessidades de ventilação e a deterioração dos materiais e estruturas envolventes é uma opção referida por vários autores (Beleza, 2009; Beleza et al., 2007; Osinski, 1997; Souza & Guerra, 2007; Teixeira, 1994).

---

<sup>2</sup> [www.nextenergy.pt/agua-quente-aqs.html](http://www.nextenergy.pt/agua-quente-aqs.html) disponível em 24 de Junho de 2010

## **2.4. Perdas de energia térmica por evaporação**

O fenómeno de evaporação da água leva a um grande consumo de calor, sendo, portanto, uma das parcelas mais relevantes da factura energética, isto porque, a evaporação da água provoca o arrefecimento da água dos tanques, torna necessário a reposição de água fria da rede a esses tanques, para compensar a água evaporada, bem como aumenta a humidade relativa do ar ambiente, obrigando à sua permanente desumidificação (Beleza et al., 2007; Soares, 2004).

A evaporação da água depende de um conjunto de parâmetros, tais como a temperatura da água, a temperatura do ar e a humidade relativa, a velocidade do ar, e o número e tipo de actividades dos ocupantes (Asdrubali, 2009).

A água em movimento liberta mais humidade para o ar, devido ao fluxo de ar à superfície da água (Chivetta, 2004). Assim, a presença de ondas na superfície da água, o cais molhado, o corpo molhado dos banhistas e os salpicos de água provocados por diversas actividades aquáticas são fenómenos físicos que proporcionam um aumento da evaporação (Chivetta, 2004; Shah, 2003). Segundo Shah (2004), a taxa de evaporação é maior quando a piscina está ocupada, já que aumentando o número de ocupantes também aumenta a actividade da água e a área de contacto entre o ar e a água. Por outro lado, quanto mais rápido o ar se move através de toda a superfície da água, maior a taxa de evaporação (Chivetta, 2004).

A temperatura da água é outro factor importante que afecta a taxa de evaporação (Chivetta, 2004), sendo que elevadas temperaturas da água aumentam as taxas de evaporação (Griffiths et al., 2005). Também, a evaporação da água da piscina pode levar a um aumento da temperatura do ar ambiente, e como tal causar algum desconforto aos ocupantes, mas também a um aumento dos níveis de humidade, que precisam de ser controlados por maiores taxas de ventilação, exigindo, por sua vez, um maior consumo energético para aquecer o ar à temperatura desejada (Trianti-Stourna et al., 1998). Segundo Chivetta (2004), uma mudança na humidade relativa de 10% leva a um aumento das necessidades de climatização em 30%.

Por sua vez, a humidade relativa tem um impacto significativo sobre a taxa de evaporação, e como tal, deve ser mantida entre 50 e 60% (Chivetta, 2004). Segundo o mesmo autor, quando a humidade está abaixo dos 50%, os utentes sentem frio, porque a água evapora muito rápido da sua pele, e quando está superior a 60%, o ar parece muito abafado, causando dificuldades respiratórias nos ocupantes.

Sendo assim, percebemos que, a avaliação da evaporação da água em piscinas cobertas é um parâmetro de interesse no que respeita ao consumo energético nestas instalações, mas também, à correcta concepção do sistema de climatização da nave da piscina (Asdrubali, 2009), já que a evaporação da água aumenta as necessidades de aquecimento da água para compensar os efeitos do arrefecimento causados pela perda de calor (Trianti-Stourna et al., 1998).

## **2.5. Coberturas**

Sendo a evaporação a forma mais significativa de perda de calor da água das piscinas, o uso de uma cobertura sobre o plano de água, poderá levar a uma diminuição expressiva destas perdas (Boavida, 2006), e como tal levando a um equilíbrio de custos (Lourenço, 2007).

O uso de coberturas sobre o plano de água é uma solução sob o ponto de vista económico, sendo a redução do consumo energético um factor essencial para a instalação deste tipo de equipamentos. A colocação de uma cobertura sobre o plano de água nas horas de não utilização é uma das acções prioritárias para economizar energia, bloqueando a evaporação da água (Souza & Guerra, 2007; Teixeira, 1994).

A avaliação da poupança de energia está condicionada à quantidade de água evaporada do tanque da piscina, pelo que uma menor evaporação corresponderá a um conjunto de vantagens decorrentes da aplicação da cobertura durante o tempo de inactividade (Departamento Técnico de Menchaca S.A., 2002), como são: a redução dos gastos de manutenção dos equipamentos e do edifício, o menor consumo de combustíveis, que é uma das recomendações do Protocolo de Quioto, e como tal reduzindo as emissões de

CO<sub>2</sub>, a menor humidade que por sua vez levará a um menor volume de ar por desumidificar, a redução das necessidades de reposição de água, a utilização mais racional dos aditivos químicos nos processos de tratamento e a redução do trabalho dos equipamentos existentes.

São diversos os tipos de coberturas a aplicar no plano de água de uma piscina. A informação que se segue, essencialmente de carácter comercial, mostra as características dos diferentes tipos de cobertura.

As coberturas podem ser de colocação e recolha manual, semi-automática ou automática (Beleza et al., 2007; US Department of Energy, 2009), sendo esta escolha feita dependendo da área do plano de água a cobrir, tendo em consideração que planos de água de pequena dimensão facilitam a montagem manual (Beleza et al., 2007). A montagem semi-automática consiste na utilização da energia eléctrica para colocação e recolha da cobertura, no entanto, exigindo que alguém puxe a cobertura quando esta está a ser desenrolada (US Department of Energy, 2009). Por outro lado, a cobertura automática, tal como o nome indica, cobre o plano de água da piscina com um simples premir de um botão. Esta última é das opções mais caras, mas as mais convenientes (US Department of Energy, 2009).

De acordo com Beleza et al. (2007), quanto ao material, as coberturas podem ser de polietileno, polipropileno e vinil.

As coberturas de bolhas são as mais baratas (US Department of Energy, 2009), no entanto menos resistentes e duráveis no tempo pela ruptura das bolhas, o que levará a perder a capacidade de flutuação. Habitualmente são fabricadas à base de polietileno alveolado, com uma espessura de 400 µm (aproximadamente)<sup>3</sup>. Podem ser recolhidas através de um enrolador, no entanto exigem recursos humanos, pela dificuldade de ser retirada e colocada.

As coberturas de espuma de polietileno apresentam uma espessura de 5 mm ou 7 mm<sup>4</sup>, também de recolha e colocação manual.

As coberturas de lâminas, fabricadas em PVC, são de recolha automática não exigindo recursos humanos para a sua colocação e recolha. Cobrem a totalidade do plano de água, no entanto há que considerar a

---

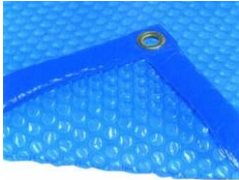


<sup>3</sup> <http://www.trevoazul.com/trevoazul/coberturas.aspx>

<sup>4</sup> <http://www.agarpiscinas.com/coberturas.php?espuma>

presença de separadores, que impede a colocação automática deste tipo de cobertura, pelo risco de se deteriorarem rapidamente.

Outro tipo de coberturas é as de vinil, consistindo numa sanduíche de uma camada isolante entre duas lâminas de vinil, e são mais resistentes e duradoiras (Beleza et al., 2007; US Department of Energy, 2009).

**Quadro 6: Características dos vários tipos de coberturas**

<b>Características</b>	<b>Bolhas</b>	<b>Espuma</b>	<b>Estores/Lâminas</b>
Material	Polietileno alveolado/ PVC	Espuma de polietileno	PVC
Tipo de operação	Manual/ Automática	Manual/ Automática	Automática
Durabilidade			
Custo económico	-	+/-	+
			

Todas as coberturas, seja qual for o seu tipo, exigem limpeza e desinfecção periódicas e, na maior parte dos casos, a necessidade de pessoal para fazer a sua colocação, devido aos inconvenientes do tamanho, peso, tipo de coberturas ou mesmo da presença de pistas que impedem o deslizamento da cobertura sobre o plano de água. A maioria dos encargos relativos às mantas, estão relacionados com o seu rompimento e com os carros, ao nível das rodas e/ou eixo que a suporta as mantas<sup>5</sup>. Para além disso, um cuidado referido pelos vários comerciais de coberturas é retirar a cobertura aquando de um tratamento choque, para não provocar estragos.

<sup>5</sup> Informação obtida junto do Director das Piscinas Municipais de Santa Maria da Feira.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**







### **3.1. Amostra**

O trabalho desenvolvido consiste num estudo de caso, realizado na Piscina Municipal de Rio Tinto, pertencente à rede de sete Piscinas Municipais do Concelho de Gondomar.

### **3.2. Procedimentos Metodológicos**

Para realização deste trabalho foi feito um pedido de colaboração, através de uma carta redigida ao Vereador da Câmara Municipal de Gondomar. Após uma resposta positiva, foram apresentados os objectivos deste trabalho junto do Coordenador da Divisão do Desporto, e posteriormente, do Responsável da Piscina em questão, que se encarregou de dar a conhecer o funcionamento das instalações e equipamentos.

Com base na actual legislação e normas vigentes, fizemos uma caracterização física dos espaços, equipamentos e materiais presentes na instalação, através de registos descritivos, bem como por conversas diárias com o responsável e técnicos da piscina. Deste modo, procuramos descrever de forma detalhada a piscina no que respeita a:

- Dados sócio demográficos, nomeadamente, freguesia, concelho e distrito em que está localizada a piscina, número de habitantes, área geográfica e densidade populacional;
- Dados gerais, relativos à acessibilidade às instalações, à entidade gestora da piscina, às actividades desenvolvidas, ao horário de funcionamento e ao número de utilizadores mensais;
- Dados físicos das várias zonas:
  - Zona da nave: cais, tanques e bancada;
  - Zona de serviços: átrio de entrada, secretaria e gabinete de coordenação, balneários dos utentes e de monitores e vigilantes, e sala de primeiros socorros;
  - Zona de Serviços Complementares: ginásios e bar;

- Zona Técnica: descrição do circuito de tratamento da água, do circuito de produção e utilização de energia da piscina, do condicionamento do ar do edifício e do condicionamento do ar da nave.

Por outro lado, baseando-nos nos registos diários já efectuados, fizemos um levantamento das condições diárias relativas às temperaturas da água e do ar da nave, humidade relativa, níveis de cloro e pH, para compreendermos a evolução destes dados ao longo do ano. Estes dados tiveram como objectivo compreender a evolução dos valores durante meses de Inverno (Janeiro e Fevereiro) e Verão (Março a Julho).

Foram calculadas as perdas de energia por evaporação da água dos tanques da piscina, bem como calculados os consumos energéticos necessários ao condicionamento do ar da nave, relativos a 6 meses de Inverno (Setembro a Fevereiro) e a 5 meses de Verão (Março a Julho). Estes cálculos foram efectuados considerando três condições assumidas, diferindo ao nível da temperatura do ar que é extraído do desumidificador (20°C, 19°C e 17°C). Nesta sequência de cálculos encontramos o valor relativo à poupança energética possível de obter durante as nove horas de não utilização da piscina. Apesar da piscina estar fechada ao público durante nove horas diárias, destas, foi atribuída uma hora diária para a colocar e retirar a cobertura, o que perfaz um total de oito horas diárias de permanência da cobertura sobre o plano de água. De referir que todos os cálculos foram efectuados, tendo como base o correcto funcionamento dos equipamentos, neste caso do desumidificador, ou seja, cumprindo os requisitos mínimos que prevêem adequadas condições termo-higrométricas, situação esta não verificada nas diferentes visitas às instalações.

Foram enviados solicitações a empresas do sector do nosso estudo, das coberturas isotérmicas, para colaboração com este trabalho. De uma foi obtida resposta, a qual foi utilizada para o nosso estudo.

Baseando-nos em todos os dados anteriores, foi analisada a viabilidade financeira decorrente da aplicação da cobertura isotérmica sobre o plano de água, considerando um total de 11 meses de abertura da piscina. Nesta análise foi feita a comparação do Valor Actualizado Líquido (VAL), da Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) e do Pay-back, para as diferentes condições assumidas.

## **4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**





#### 4.1. Caracterização da Piscina Municipal de Rio Tinto

Ao longo deste ponto serão expostos os dados que caracterizam a Piscina Municipal de Rio Tinto, no que respeita, de uma forma geral, à sua organização, instalações e equipamentos existentes.

##### 4.1.1. Caracterização Geral

A Piscina Municipal de Rio Tinto foi inaugurada no ano de 1995 e situa-se no centro da cidade de Rio Tinto, permitindo aos seus utentes acercarem-se a estas instalações através de vários meios de transporte: carro, autocarros e, num futuro próximo, o metropolitano do Porto. No entanto, este parâmetro não está em conformidade com o ponto 2 do Capítulo 1 da Directiva CNQ 23/93, já que o local de implantação desta piscina está próximo de linhas eléctricas de alta tensão e de linhas férreas. A freguesia de Rio Tinto faz parte do concelho de Gondomar (distrito do Porto), ocupando uma área geográfica de 9,5 km<sup>2</sup>, com 70000 habitantes, aproximadamente. A sua densidade populacional é de 5.312,2 habitantes/ km<sup>2</sup>.<sup>6</sup>



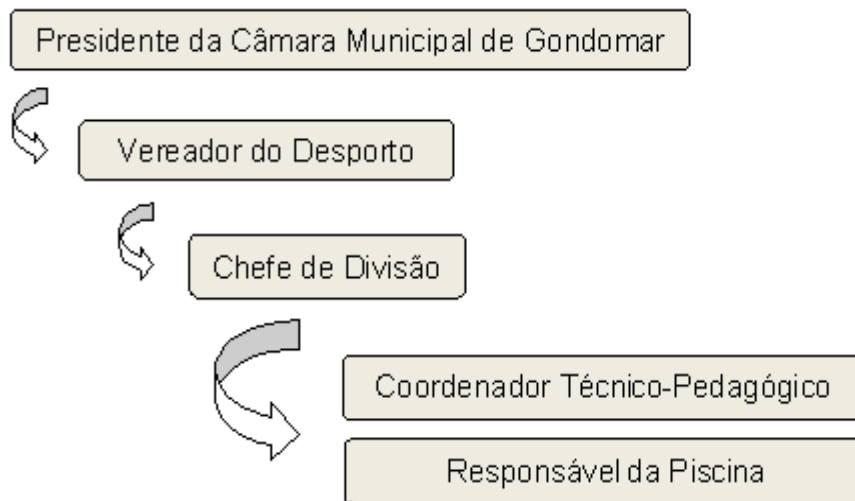
**Figura 1: Localização da cidade de Rio Tinto no concelho de Gondomar**

A Piscina Municipal de Rio Tinto é uma piscina coberta pertencente a um conjunto de piscinas de utilidade pública que têm como entidade gestora a Câmara Municipal de Gondomar. A partir da Vereação, parte uma Divisão do Desporto, a qual é representada por um director com a competência para

---

<sup>6</sup> Dados recolhidos junto da Junta de Freguesia de Rio Tinto.

coordenar todas as actividades de carácter desportivo, nomeadamente as desenvolvidas nas piscinas do concelho de Gondomar. Para cada uma das sete piscinas pertencentes ao município existe um coordenador técnico-pedagógico, responsável pelos técnicos e professores das várias actividades, bem como um Responsável de Piscina que tem como competência gerir os recursos humanos, coordenar a recepção, o atendimento e serviços de segurança, controlo e manutenção dos diversos equipamentos. Este parâmetro está de acordo com o ponto 1 do Capítulo 12 da Directiva CNQ 23/93, que refere que deverá existir um “*responsável pelo funcionamento integral das instalações e dos serviços, e pelo cumprimento das normas de utilização e de manutenção das condições de qualidade do estabelecimento*”. Hierarquicamente abaixo do responsável da piscina existe um técnico de manutenção, geral a todas as piscinas de Gondomar, ao qual compete realizar manutenções de equipamentos, quando assim necessário (figura 2).



**Figura 2: Organograma simplificado da entidade gestora das piscinas**

Tendo como objectivo oferecer serviços desportivos, especialmente ao nível da aprendizagem da natação, esta piscina também desenvolve um conjunto de outras actividades como são a hidroginástica e o pólo-aquático. Servindo-se de dois ginásios, ainda são oferecidas outras actividades: Karaté, Judo, Yoga, Aerobica, Aero-step, Hip-Hop e Ginástica de Manutenção.

O edifício encontra-se aberto de acordo com o horário apresentado no quadro 7.

**Quadro 7: Horário de Funcionamento da Piscina**

<b>Dias da Semana</b>	<b>Horário de Funcionamento</b>
2ª a 6ª Feira	7h50 às 22h00
Sábados	8h00 às 13h00; 14h50 às 19h30
Domingos e Feriados	8h30 às 12h30; 15h50 às 19h30

As actividades desenvolvidas servem um total aproximado de 10430 utilizadores mensais sendo estes referentes a todas as actividades desenvolvidas na piscina e nos ginásios.

#### **4.1.2. Instalações e equipamentos**

Neste ponto, procuraremos fazer uma caracterização das diferentes zonas do edifício onde se situa a piscina, bem como uma breve análise dos diversos equipamentos presentes em cada espaço.

##### **4.1.2.1. Zona da Nave**

A nave apresenta 1250 m<sup>2</sup> de área e um volume de 5000 m<sup>3</sup>, tendo uma média de pé direito de 4 m. A nave da piscina é constituída pela área do cais, pelos tanques de natação e por uma zona de bancada.

##### **→ Cais**

O cais, com uma área aproximada de 1062,5 m<sup>2</sup>, é revestido a tijoleira antiderrapante, mas permeável, não estando este último parâmetro de acordo com o ponto 8 do Capítulo 2 da Directiva CNQ 23/93. As paredes são revestidas com azulejo até 2 m de altura (de acordo com a alínea c do ponto 2 do Capítulo 4 da Directiva CNQ 23/93), sendo a partir daí revestimento a tinta. Toda a superfície envidraçada apresenta caixilharia dupla, a cobertura da piscina é em chapa, não apresentando qualquer isolamento térmico.

Na nave estão instaladas, a todo o comprimento do tanque de 25 m, as condutas para a entrada de ar, já desumidificado e aquecido. Por sua vez, as condutas de saída de ar, estão localizadas no sentido oposto às condutas de entrada, e a toda a largura do tanque de aprendizagem (10 m). A temperatura do ar da nave é mantida entre 29 e 30°C (ver gráfico 1), com uma variação da humidade relativa entre 55 e 60% (ver comentários ao gráfico 4).

Ainda na zona de cais, existe uma zona de lava-pés, de passagem obrigatória, com constante circulação de água a aproximadamente 33°C, sendo esta desinfectada com cloro (de acordo com ponto 3 do Capítulo 2 da Directiva CNQ 23/93). De seguida segue-se uma zona composta por quatro chuveiros com torneiras temporizadoras, também de passagem obrigatória.

### → Tanques

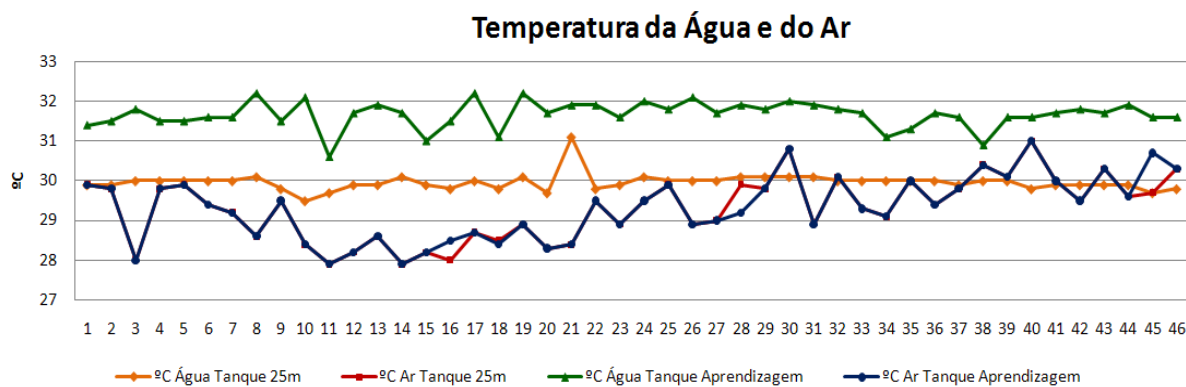
A nave é composta por um tanque de 25m, um tanque de aprendizagem e um chapinheiro, estando este último desactivado. Algumas características dos tanques no quadro 8.

**Quadro 8: Características dos tanques da piscina**

<b>Características</b>	<b>Tanque 1</b>	<b>Tanque 2</b>
Dimensões (c x l), m	25 x 12,5	12,5 x 10
Área do plano de água, m <sup>2</sup>	312,5	125
Profundidade máx., m	2,10	1,20
Profundidade min., m	1,90	0,75
Profundidade média, m	2	0,98
Volume, m <sup>3</sup>	625	122,5
Temperatura da água, °C	29,5	31,5

A temperatura da água dos diferentes tanques não está em conformidade com o ponto 1 do Capítulo 10 da Directiva CNQ 23/93.





**Gráfico 1: Registo dos valores de temperatura da água dos tanques e do ar da nave de 10 em 10 dias, desde Janeiro a Julho de 2010 (tabelas mensais em anexo 1).**

À medida que o gráfico avança em direcção aos meses mais quentes do ano, verificamos um aumento da temperatura do ar da nave. Já as temperaturas da água, quer do tanque de 25m quer do tanque de aprendizagem mantêm-se relativamente estáveis ao longo do tempo, no entanto com valores acima dos propostos pela Directiva CNQ 23/93. Por outro lado, conseguimos perceber através do gráfico 4 que, ao contrário do que seria de esperar, os valores de temperatura da água encontram-se acima dos valores da temperatura do ar da nave, situação esta susceptível de ocorrer, quando o processo de climatização da nave não está a funcionar plenamente.

De acordo com o ponto 7 do Capítulo 5 da Directiva CNQ 23/93, a maior profundidade do tanque de 25m encontra-se no centro do mesmo, onde se localiza a caixa de evacuação. Do mesmo modo, esta, encontra-se na zona mais profunda do tanque de aprendizagem.

O tanque desportivo apresenta quatro escadas verticais interiores de acesso (de acordo com o ponto 1 do Capítulo 6 da Directiva 23/93), seis pistas delimitadas na sua profundidade por mosaicos de cor escura e por separadores de pistas, bem como seis blocos de partida. A entrada no tanque de aprendizagem é possível através de escadas e rampa incorporadas na concepção do tanque, e localizadas na zona menos profunda (de acordo com o ponto 6 do Capítulo 6 da Directiva 23/93).

Nas zonas de escoamento de superfície o cais tem uma pequena inclinação para facilitar o escoamento da água em direcção às caleiras.

→ **Bancada**

Ainda na nave existe uma bancada com, aproximadamente, 150 lugares, normalmente utilizada em jogos de Pólo-aquático e festivais de Natação. Na zona da bancada, com acesso directo para o exterior, não existe qualquer instalação sanitária, a não ser junto à recepção, o que implica a saída do edifício e nova entrada, não estando de acordo com o enunciado na Directiva CNQ 23/93: *“Nas piscinas em que se admitam visitantes-espectadores, estes disporão de instalações sanitárias próprias, dimensionadas na base de 1 instalação sanitária e 1 lavatório, para cada sexo, por cada 100 lugares de público ou fracção”*.

**4.1.2.2. Zona de Serviços**

A zona de serviços corresponde a todos os locais que prestam, tal como o nome indica, serviços aos utentes da piscina, quer antes quer depois da entrada na zona da nave.

→ **Átrio de entrada**

O átrio de entrada desta instalação é composto por zonas de informação, onde são disponibilizadas todas as informações referentes ao funcionamento e manutenção da instalação através de quadros informativos, pelo balcão de recepção aos utentes e pela zona de entradas, sendo esta controlada por sistema de torniquetes associado a um software informático controlado pelas funcionárias aí presentes. A partir daqui é dado o acesso à secretaria e gabinete de coordenação, aos balneários e aos ginásios.

No mesmo espaço do átrio de recepção existe uma zona de bar, desde onde é possível visualizar-se, através de uma vidraça, a nave da piscina.

→ **Sala da Secretaria e Gabinete de Coordenação**

No piso dos balneários femininos, está localizada a secretaria e o gabinete de coordenação, o qual é partilhado pelos professores/monitores. O chão é revestido por tijoleira antiderrapante, mas permeável, e as paredes pintadas.

→ **Balneários**

Os balneários localizam-se em pisos diferentes, estando os femininos no piso 1 e os masculinos no -1, sendo necessário recorrer a escadas para aceder a estes serviços. Para cada um dos pisos existem quatro balneários, sendo dois deles, cabines individuais. Cada um dos balneários colectivos, masculino e feminino, está equipado com uma unidade sanitária completa (um lavatório, um bidé e uma sanita), seis chuveiros colectivos com torneiras temporizadoras e, junto à zona de chuveiros ainda dois lavatórios. No que se refere aos balneários com cabines individuais, cada um deles têm seis cabines, uma unidade sanitária completa e dois chuveiros individuais. Cada balneário masculino, individual ou colectivo, contém dois urinóis. O chão de todos os balneários é antiderrapante, no entanto não é impermeável. De toda a caracterização feita a esta zona dos balneários, os únicos parâmetros que não estão de acordo é o facto de nas cabines individuais apenas existir um único lavatório, que está contra a alínea b) do ponto 8 do Capítulo 4 da Directiva CNQ 23/93.

Na zona de chuveiros a tubagem de água quente está instalada exteriormente e elevada, não evidenciando perigo para os utentes (em conformidade com a alínea d) do ponto 2 do Capítulo 4 da Directiva CNQ 23/93).

À saída de cada um dos balneários, encontra-se a zona de depósitos de roupa, com cacifos individuais. Está localizada em zona de possível acesso aos utentes em pés descalços, indo ao encontro das normas do ponto 7 do Capítulo 4 da Directiva CNQ 23/93.

→ **Balneários de monitores e vigilantes**

Existe, no piso correspondente, um balneário feminino e um masculino para monitores e vigilantes, tendo, cada um, uma unidade sanitária completa, chuveiro, cacifos individuais e área de vestiário, estando de acordo com o ponto 12 do Capítulo 12 da Directiva CNQ 23/93.

→ **Sala de primeiros socorros**

No piso dos balneários masculinos está situada a sala de primeiros socorros equipada com uma marquesa, uma mesa e um armário com todo o material necessário aos primeiros cuidados médicos. No entanto, não está em comunicação com a zona do cais e não tem acesso ao exterior, o que acaba por não respeitara as normas presentes no ponto 13 do Capítulo 4 da Directiva CNQ 23/93.

**4.1.2.3. Zona de Serviços Complementares**

Esta zona refere-se a um conjunto de serviços oferecidos aos utentes e ao público em geral, independentes dos circuitos dos banhistas.

Para além da zona de bar já referida, existem dois ginásios, estando cada um deles localizado no piso feminino e masculino, onde decorrem as actividades complementares já referidas.

**4.1.2.4. Zona Técnica**

Esta zona corresponde a um conjunto de espaços e equipamentos indispensáveis para o tratamento e aquecimento de águas e climatização. Assim, para tal está ocupado um anexo de acesso pelo cais da piscina, onde está instalado todo o sistema de tratamento da água da piscina, o gerador de calor – a caldeira de água quente e os depósitos de água quente sanitária

(AQS). No exterior, num jardim pertencente ao edifício, está instalado o equipamento necessário à climatização da nave da piscina. De igual modo, no exterior mas sobre a estrutura do edifício está instalada a unidade de tratamento do ar do restante edifício.

### → **Circuito de tratamento da água da piscina**

Ao longo de circuito de tratamento da água, esta será sujeita a processos de clarificação, neutralização e desinfecção com vista a conservar os requisitos físico-químicos e bacteriológicos da água e a saúde pública.

A circulação da água é possível graças a um circuito que apresenta saídas e entradas de água. A água é recolhida à superfície através do seu transbordo contínuo para caleiras finlandesas colocadas a todo o perímetro do tanque de aprendizagem (45m), e apenas em 2/3 do perímetro do tanque de 25m (50m), bem como através do ralo de fundo. Por sua vez, após todo o percurso pelo circuito de tratamento, a água entra através de bicos injectores, localizados nas paredes dos tanques, 24 no tanque de 25m e 10 no tanque de aprendizagem, estando, este aspecto, em conformidade, e até ultrapassando o número proposto no ponto 6 do Capítulo 9 da Directiva CNQ 23/93.

Todo o volume de água que é recolhido quer à superfície, quer no fundo, é conduzido até ao sistema de tratamento, partindo sempre do tanque de compensação. Existe um tanque de compensação para cada um dos tanques de natação, ambos colocados abaixo do nível do plano de água, com as seguintes características apresentadas no quadro 9.

**Quadro 9: Características dos tanques de compensação**

<b>Características</b>	<b>Tanque 1</b>	<b>Tanque 2</b>
Dimensões (c x l x p)	7,0 x 2,0 x 2,0	3,0 x 2,5 x 2,0
Volume, m <sup>3</sup>	28	15

Sabendo que o ponto 7 do Capítulo 9 da Directiva CNQ 23/93 exige que para cada m<sup>2</sup> de plano de água são exigidos 0.08 m<sup>3</sup> de capacidade do tanque de compensação, a capacidade exigida seria de 25 m<sup>3</sup> e 10 m<sup>3</sup>,

respectivamente para o tanque de 25m e para o tanque de aprendizagem. Como tal, verificamos que os volumes apresentam valores acima da norma exigida pela Directiva.

Ambos os tanques recebem água da rede pública para compensar as perdas por evaporação, por lavagem dos filtros e por renovação.

**Quadro 10: Lotação dos tanques de natação**

<b>Lotação</b>	<b>Tanque 1</b>	<b>Tanque 2</b>
Lotação Máxima Instantânea (LMI)	156	63
Lotação Máxima Diária (LMD)	625	250
Número de Horas de Serviço	14	
Lotação de Serviço (LS)	45	18

Tendo como base os dados de lotação no quadro 10, por nós calculados<sup>7</sup>, e o ponto 5 do capítulo 9 da Directiva CNQ 23/93, referindo que a reposição diária de água deve ser feita na proporção de 30 L/(dia.banhista), temos para o tanque de 25 metros.

$$30 \times (1 \times 625) = 18750 \text{ L.dia} = 18,75\text{m}^3$$

que corresponde a 3% do volume total do tanque de natação, e para o tanque de aprendizagem:

$$30 \times (1 \times 250) = 7500 \text{ L.dia} = 7,5\text{m}^3$$

que corresponde a 6% do volume total do tanque.

A recirculação da água é garantida pela existência de uma unidade de bombagem. O circuito do tanque de 25m possui três bombas com uma potência individual de 3,75 kW, estando duas a funcionar em paralelo e a terceira mantendo-se em reserva. No que toca ao tanque de aprendizagem,

---

<sup>7</sup> Os valores presentes no quadro foram calculados tendo como base os requisitos impostos na Directiva CNQ 23/93, uma vez que, por motivos de força maior, não nos foram cedidos os valores reais. No entanto, foi-nos dada a informação de que os valores reais estão abaixo dos que obtivemos em cálculo.

este possui duas bombas, com uma potência individual de 2,25 kW, ambas em constante funcionamento.

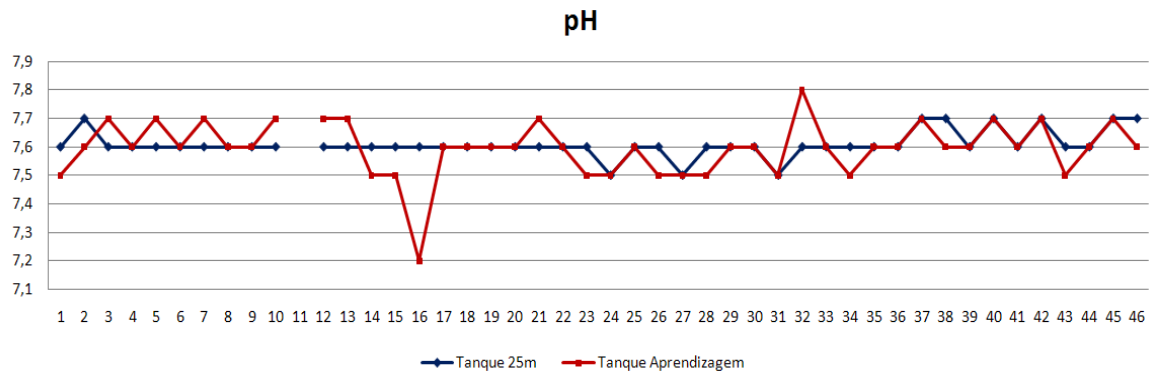
Para cada um dos circuitos de tratamento, correspondentes ao circuito do tanque de 25m e do tanque de aprendizagem, existem duas unidades filtrantes, montadas em paralelo, com as seguintes características apresentadas no quadro 11.

**Quadro 11: Características das Unidades Filtrantes**

<b>Características</b>	<b>Tanque 1</b>	<b>Tanque 2</b>
Número de unidades filtrantes	2	2
Diâmetro dos filtros, mm	2000	1400
Área de cada filtro, m <sup>2</sup>	3,14	1,5
Velocidade de filtração, m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	40	20
Material filtrante	Zeolite	Areia sílica
Altura do leito filtrante, m	1,20	
Número de lavagens/dia	1	3

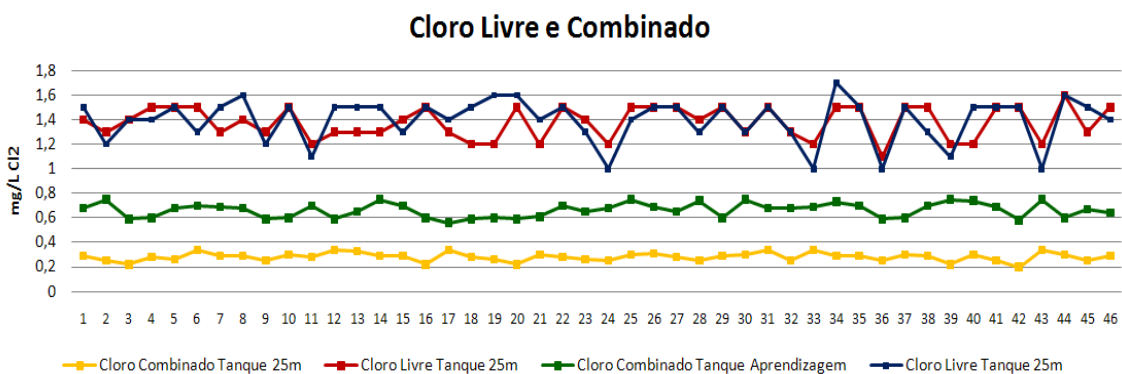
Após a filtração da água, esta vai passar ao permutador de calor onde irá ser aquecida. Na sequência do circuito de tratamento da água serão realizadas a desinfecção e a neutralização, através de um controlador automático com bombas doseadoras de membrana para o cloro e para o pH da marca CTX. Através de um fotómetro, a concentração de cloro livre é determinada de duas em duas horas (das 07:00 h às 22:00 h), a concentração de cloro combinado determinada apenas uma vez (às 07:00 h) e o pH medido duas vezes ao dia (07:00 h e 16:00 h). No gráfico 2 podemos observar as variações dos valores de pH para ambos os tanques, verificando que estão situados no intervalo proposto pela Directiva CNQ 23/93, e, de acordo com Beleza et al. (2007), são valores óptimos os situados entre 7,4 e 7,6.

## :: Apresentação e Discussão dos Resultados



**Gráfico 2: Registo dos valores de pH, de 10 em 10 dias desde Janeiro a Julho de 2010 (tabelas mensais em anexo 1).**

Do mesmo modo, podemos verificar no gráfico 3 a tendência dos valores das concentrações de cloro livre e combinado, sabendo que os valores do primeiro correspondem às 16:00 h e os do segundo às 07:00 h. Sabendo que a Directiva CNQ 23/93 define intervalos de valores de cloro livre para determinados intervalos de valores de pH, temos que para valores de pH situados entre 7,5 e 8,0 (como estão a maioria dos valores no gráfico 2), os valores de cloro livre (gráfico 2) estão concordantes para esse intervalo, ou seja, com valores compreendidos entre 1,0 e 2,0 mg/L Cl<sub>2</sub>.



**Gráfico 3: Registo dos valores de cloro livre e cloro combinado, de 10 em 10 dias, desde Janeiro a Julho de 2010 (tabelas mensais em anexo 1).**

De acordo com o ponto 4 do Capítulo 9 da Directiva CNQ 23/93, e tendo em consideração que o processo de tratamento desta piscina é do tipo I, correspondente a um sistema de tratamento de água que inclui a clarificação



por floculação e filtração seguido por desinfecção com um composto de cloro, encontramos um valor mínimo para o caudal de recirculação:

$$Q = \frac{V}{R \cdot h} \quad (1)$$

em que:

$V$  = volume do tanque;

$h$  = profundidade média;

$R$  = factor de recirculação que depende do tipo de piscina, das condições de ocupação e da eficiência do tratamento da água.

Sendo assim, calculamos o valor de  $R$  através da seguinte relação:

$$R = k \cdot \beta \quad (2)$$

Substituindo os seguintes coeficientes (correspondentes a uma piscina coberta com um sistema de tratamento do tipo I) na equação 2:

$$k = 0,5 \text{ banhista}/m^3$$

$$\beta = 4m^2 \cdot h/\text{banhista}$$

$$R = 0,5 \times 4 = 2 \text{ h}/m$$

Para a equação 1, temos para o tanque 1:

$$Q = \frac{625}{2 \times 2} = 156,25 \text{ m}^3/\text{h}$$

E para o tanque 2,

$$Q = \frac{122,5}{2 \times 0,98} = 62,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

O período de renovação,  $T$ , dado pela relação:

Para o tanque 1,

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{625}{156,25} = 4 \text{ horas}$$

Para o tanque 2,

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{122,5}{62,5} = 1,96 \text{ horas}$$

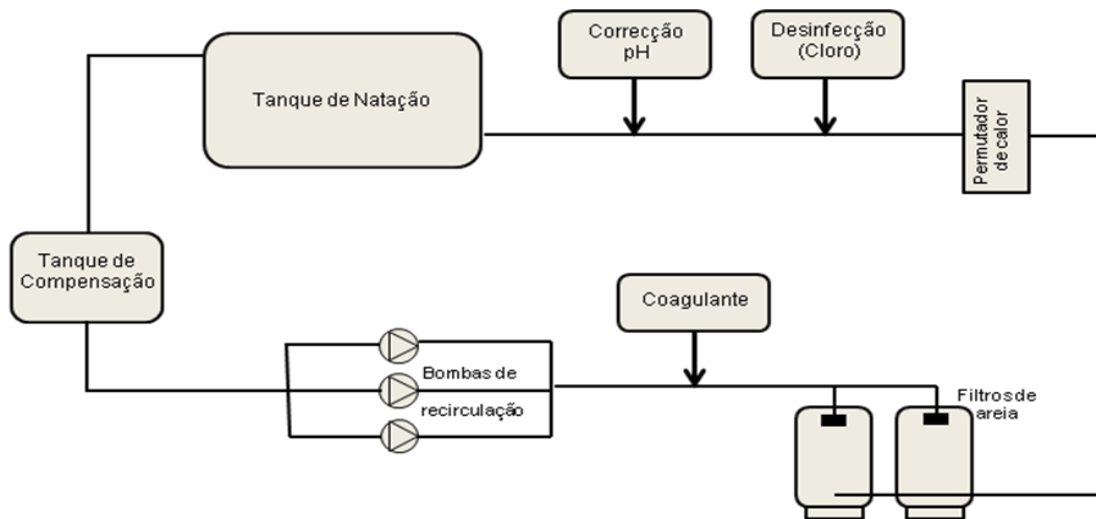


Figura 3: Esquema simplificado do circuito de tratamento de água

### → **Circuito de produção e utilização de energia na piscina**

A produção de energia sob a forma de calor, parte de um circuito primário com início numa caldeira de água quente com uma potência de 400 kW e tendo como combustível o gás natural.

A água quente sai da caldeira, a 80 °C dirigindo-se a um colector de avanço, a partir do qual serão servidos 4 circuitos: para o aquecimento da água do tanque de 25 metros e outro para a da água do tanque de aprendizagem, para o aquecimento do ar da nave e para a Unidade de Tratamento do Ar (UTA) do restante edifício. A partir do circuito do tanque de aprendizagem há um outro circuito secundário relativo ao aquecimento da AQS. Cada um dos circuitos envia água quente, vinda da caldeira, para os permutadores de calor, onde é realizada a transferência de calor. A água arrefecida, a 65 °C, retorna à caldeira para ser reaquecida.

### **Aquecimento da água da piscina**

Uma boa parte do calor da água da piscina é diariamente perdida por evaporação, por renovação da água, por radiação térmica e por convecção. Deste modo, é necessário proceder ao reaquecimento da água, conseguido através de dois permutadores de calor de placas, correspondentes a cada um dos tanques, para aquecer a água da piscina sempre que necessário<sup>8</sup>.

O aquecimento da água é regulado por um termóstato que actua sobre uma válvula de três vias no circuito de água quente, desviando a corrente de água quente do permutador de calor, quando não é necessário proceder ao aumento da temperatura da água da piscina.

---

<sup>8</sup> Os dados técnicos relativos aos permutadores de calor não foram conseguidos, visto que a sua identificação não era visível e não existiam manuais destes equipamentos. Do mesmo modo, nas instalações da piscina não existiam quaisquer manuais relativos aos restantes equipamentos.

### **Aquecimento da água quente sanitária**

A energia proveniente da caldeira entra num circuito secundário, que parte do circuito do tanque de aprendizagem, correspondente ao aquecimento da água para os banhos.

A transferência de calor da água vinda da caldeira para a água de banhos é possível através de três termoacumuladores de serpentinas, com a capacidade individual de 1000 L de água, com uma temperatura entre os 45°C e os 50°C, saindo a uma temperatura de 37°C para os balneários. Este valor está fora do intervalo referido pelo ponto 2 do Capítulo 10 da Directiva CNQ 23/93.

O controlo da temperatura é realizado da mesma forma que o referido para o sistema da água da piscina, no entanto, existe uma válvula de controlo manual, onde pode ser regulada a temperatura da AQS.

### **Condicionamento do ar do edifício**

A UTA faz a renovação do ar do edifício, incluindo os balneários. A extracção do ar do edifício, bem como a entrada de ar novo são conseguidas através de um ventilador, da marca Tróia, modelo MC1 BD 15.15. O ar novo, após ser filtrado (os filtros são limpos uma vez por mês), faz o cruzamento com o ar interior, reaproveitando o calor deste para aquecer o ar novo, havendo, por isso, reaproveitamento energético. Após este aquecimento, é rejeitada uma percentagem do ar saturado.

O controlo da temperatura do ar a insuflar para o edifício é realizado por um termóstato que actua sobre uma válvula de três vias, levando o ar, ou não, conforme as necessidades ambientais, ao permutador de calor para ser aquecido e retornar ao edifício. A insuflação do ar para o interior do edifício é possível através de um outro ventilador Tróia, modelo MC1 BD 15.15.

As temperaturas dos balneários e restante edifício estão, habitualmente, a uma temperatura aproximada aos 26°C.

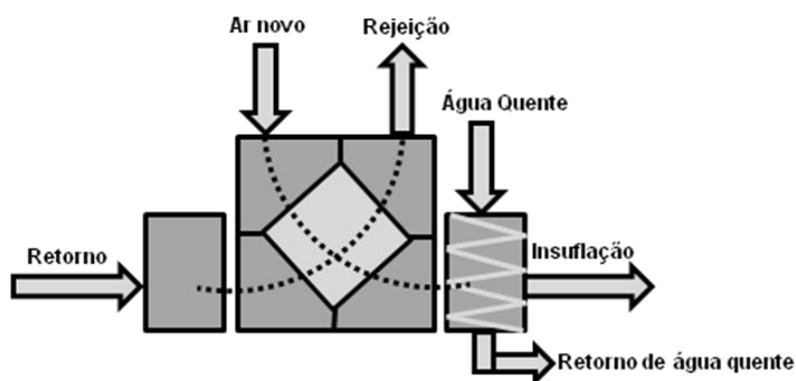


Figura 4: Esquema simplificado da UTA.

### Condicionamento do ar da nave

Pela climatização da nave (aquecimento, desumidificação e ventilação) é responsável um desumidificador compacto tipo bomba de calor duplo fluxo com recuperador de calor, do tipo Heat Pipe, da marca ETT, modelo DESHU 260 VF, com um débito de ar de 28.000 m<sup>3</sup>/h. Visto estar instalado no exterior, o desumidificador é de alumínio, de forma a ter uma alta resistência à intempérie. É constituído por duas bombas de calor para desumidificação, com uma potência frigorífica e calorífica, de 93 kW e 250 kW, respectivamente. Segundo Fraga (2006), a presença do recuperador de calor Heat Pipe, para aquecimento, faz com que o desumidificador aproveite o seu ciclo de trabalho para o aquecimento do ar novo, reduzindo, assim, a potência frigorífica necessária e recuperando o calor do ar extraído para o ar novo. No entanto, visto que o compressor do desumidificador em causa não está ligado, o recuperador, por sua vez, também não está em funcionamento.

Caso o desumidificador estivesse a trabalhar na sua totalidade, o processo de desumidificação, ou seja, a diminuição da humidade do ar da piscina seria conseguida através do seguinte processo: o ar húmido, extraído da nave através de um ventilador, seria arrefecido no evaporador<sup>9</sup>, condensando grande parte do vapor de água contido no ar reciclado. Esta água

<sup>9</sup> Intitula-se de evaporador a este permutador de calor porque o arrefecimento é promovido pela evaporação do líquido refrigerante (Beleza et al., 2007).

condensada no evaporador seria enviada para um pequeno tabuleiro e posteriormente eliminada para o exterior. De seguida, o ar já desumidificado e misturado com o ar novo seria levado até ao condensador<sup>10</sup> procedendo ao seu aquecimento. Se necessário, o ar reciclado passaria a um permutador de calor (água proveniente da caldeira) para aquecimento suplementar do ar, sendo insuflado para o interior da nave, aproximadamente, a 30°C.

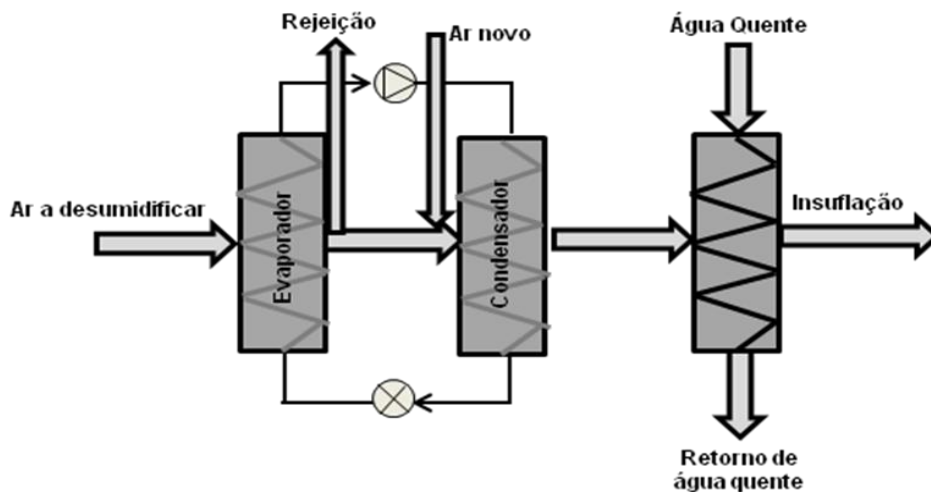


Figura 5: Esquema simplificado da bomba de calor desumidificadora da nave da piscina (adaptado de Beleza (2007)).

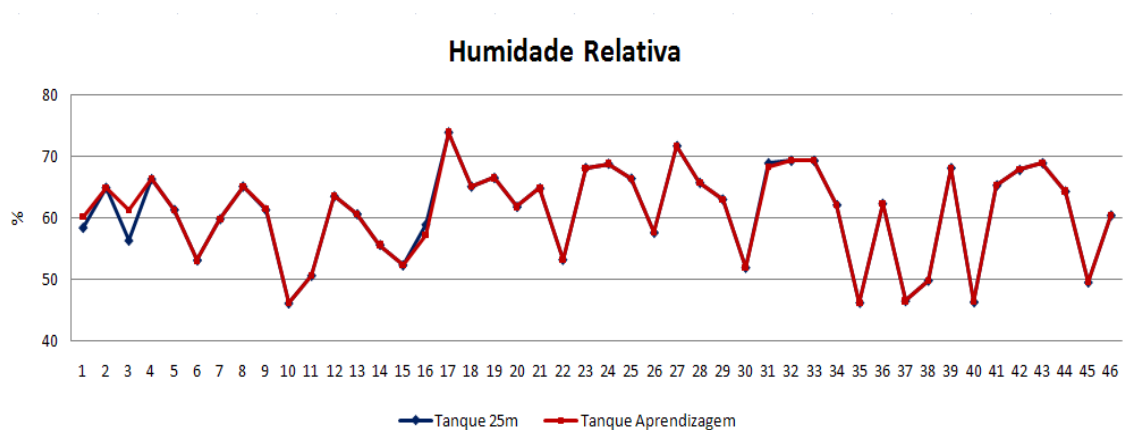


Gráfico 4: Registo dos valores de humidade relativa, de 10 em 10 dias, desde Janeiro a Julho de 2010 (tabelas mensais em anexo 1).

<sup>10</sup> Chama-se condensador a este permutador de calor pois o líquido refrigerante, após ser comprimido num compressor, condensa, libertando calor para o exterior. Este líquido passa posteriormente numa válvula de expansão, voltando ao evaporador (Beleza et al., 2007).

De acordo com o gráfico 4, verificamos que na maioria dos dias registados os valores encontram-se no intervalo proposto pela Directiva CNQ 23/93, no entanto, com grandes variações de humidade relativa, possivelmente pelo facto de o desumidificador não estar a funcionar plenamente.

## 4.2. Cálculos Energéticos

Tal como já foi referenciado neste trabalho, os principais custos energéticos de uma piscina são apontados para o aquecimento da água da piscina, mas também para o condicionamento do ar da nave (Trianti-Stourna et al., 1998), pelo que é necessário considerá-los na gestão da piscina. Deste modo, e tendo em consideração o objectivo do nosso trabalho, apresentamos os cálculos relativos ao consumo energético necessário para o condicionamento do ar da nave. Os cálculos apresentados de seguida têm por base Beleza et al. (2007).

Consideremos as seguintes condições de temperatura e humidade que se apresentam no quadro 12 e tendo em consideração as condições das saídas e entradas de ar no desumidificador que se mostra na figura 6.

Quadro 12: Condições dos tanques e do ar da nave.

Condições	Tanque 25m	Tanque de Aprendizagem	Ar
Temperatura da água, °C	29	31	30
Humidade Relativa <sup>11</sup> , %	100		65
Humidade Absoluta, $kg_{H_2O}/kg_{ar\ seco}$ <sup>12</sup>	0,026	0,029	0,018

A quantidade de água evaporada,  $E$ ,  $kg/s$ , pode ser determinada pela seguinte equação:

$$E = (0,0070 + 0,0053 \cdot v) \cdot S_p \cdot (Y_p - Y_n) \cdot F_A \quad (1)$$

em que  $v$  é a velocidade do ar junto do plano de água em  $m/s$ , considerando o valor de  $0,1 m/s$ ,  $S_p$  a área do plano de água,  $m^2$ ,  $Y_p$  e  $Y_n$ , respectivamente, a

<sup>11</sup> Consideramos a humidade relativa imediatamente à superfície do plano de água, ou seja, onde o ar está saturado.

<sup>12</sup> Os dados de humidade absoluta foram obtidos através da consulta da carta psicrométrica (em anexo)



humidade absoluta do ar saturado à temperatura da água do tanque e a humidade absoluta do ar da nave, e  $F_A$  um factor que depende da frequência dos banhistas e do tipo de piscina (coberta ou ao ar livre) e que assumirá, para a maioria das piscinas de uso público, um valor de 1,06.

Substituindo em (1) os valores das variáveis, para o tanque de 25 m,

$$E_1 = (0,0070 + 0,0053 \cdot 0,1) \cdot 312,5 \cdot (0,026 - 0,018) \cdot 1,06 = 0,019955 \text{ kg/s}$$

E para o tanque de aprendizagem,

$$E_2 = (0,0070 + 0,0053 \cdot 0,1) \cdot 125 \cdot (0,029 - 0,018) \cdot 1,06 = 0,010975 \text{ kg/s}$$

Assim, a quantidade total de água evaporada nos dois tanques é de:

$$E = E_1 + E_2 = 0,019955 + 0,010975 = 0,03093 \text{ kg/s}$$

Para manter a qualidade do ar da nave, torna-se necessário renovar parte do ar, de forma a garantir os caudais mínimos do ar. Segundo o anexo VI do Decreto-Lei nº. 79/2006, o valor estipulado para a renovação de ar é de  $10 \text{ m}^3 / (\text{h} \cdot \text{m}^2)$ , pelo que há a necessidade de fazer um balanço da água presente no ar da nave.

Sendo  $R_{ARR}$  a renovação de ar, e  $S_{p+c}$  a área total do cais e plano de água ( $1250 \text{ m}^2$ ), o caudal volumétrico de renovação,  $Q_{ARR}$ , será:

$$Q_{ARR} = R_{ARR} \cdot S_{p+c} \quad (2)$$

Substituindo em (2),

$$Q_{ARR} = 10 \times 1250 = 12500 \text{ m}^3/\text{h} = 3,47 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sendo  $p$  e  $\theta_n$ , respectivamente, a pressão atmosférica,  $p=1\text{atm}$ , e a temperatura do ar na nave, o caudal mássico de ar renovado,  $m_{ARR}(\text{kg/s})$ , é calculado a partir da expressão:

$$m_{ARR} = \frac{p \cdot Q_{ARR} \cdot M}{R \cdot T} \quad (3)$$

Em que  $M$  é a massa molar do ar,  $28,9 \text{ kg/kmole}$ ,  $R$  a constante dos gases perfeitos,  $R = 0,082 \text{ atm.m}^3/(\text{kmol.K})$ , e  $T = (\theta_n + 273)$  a temperatura absoluta do ar.

Substituindo em (3),

$$m_{ARR(D)} = \frac{1 \times 3,47 \times 28,9}{0,082 \times (30 + 273)} = 4,04 \text{ kg/s}$$

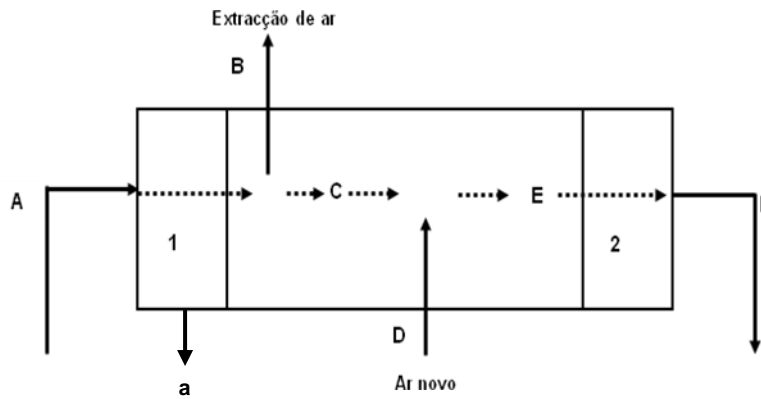
Considerando o débito de ar,  $28000 \text{ m}^3/\text{h}$ , do desumidificador da nave da piscina, indicado no manual do aparelho, conseguimos calcular o caudal mássico de ar,

Transformando o débito de ar em  $\text{m}^3/\text{s}$ , temos que

$$\frac{28000 \text{ m}^3/\text{h}}{3600 \text{ s}} = 7,78 \text{ m}^3/\text{s}$$

Substituindo em (3)

$$m_{ARR} = \frac{1 \times 7,78 \times 28,9}{0,082 \times (30 + 273)} = 9,05 \text{ kg/s}$$



**Figura 6: Esquema simplificado das entradas e saídas de ar no desumidificador.**

**Legenda:** (1) Zona de arrefecimento, (2) Zona de aquecimento, (A) ar da nave, (B) ar extraído, (C) ar após extração em (B), (D) ar novo, (E) ar após mistura de ar novo, (F) ar insuflado na nave, (a) total de água condensada.

Estimando que o ar à saída do desumidificador tem a temperatura de 31°C com 60% de humidade relativa, a quantidade de água contida no ar que entra na nave desde o desumidificador,  $m_{\text{água}(F)}$ , é de:

$$m_{\text{água}(F)} = m_{\text{ARR}} \times Y_F = 9,05 \times 0,017 = 0,15385 \text{ kg/s}$$

O caudal mássico de água à entrada do desumidificador, ou seja, o ar que é extraído da nave,  $m_{\text{água}(A)}$ , é dado pela seguinte equação:

$$m_{\text{água}(A)} = m_{\text{água}(F)} + E = 0,15385 + 0,03093 = 0,1848 \text{ kg/s}$$

Deste modo, podemos determinar a respectiva humidade absoluta,  $Y_A$ , através da seguinte expressão:

$$Y_A = \frac{m_{\text{água}(A)}}{m_{\text{ARR}(A)}} = \frac{0,1848}{9,05} = 0,02 \text{ kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kg}_{\text{ar seco}}$$

Partindo do valor de 30°C e 0,02 kg<sub>H<sub>2</sub>O</sub>/kg<sub>ar seco</sub> para o ar à entrada do desumidificador (A), encontramos, através da carta psicrométrica, o ponto de saturação do ar a 25°C com a referida humidade absoluta.

Consideremos os valores médios de temperatura do ar exterior e respectiva humidade relativa para as épocas Outono - Inverno e Primavera - Verão (quadro 13). Como não conseguimos obter dados meteorológicos exactos ao longo do ano, uma vez que só seriam fornecidos mediante o pagamento de uma verba, fizemos uma estimativa, encontrando um valor médio para cada uma das épocas do ano.

Quadro 13: Condições do ar exterior em (D).

Condições do ar exterior em (D)	Outono - Inverno	Primavera - Verão
Temperatura, °C	12	20
Humidade Relativa, %	70	70
Humidade Absoluta, kg <sub>H<sub>2</sub>O</sub> /kg <sub>ar seco</sub>	0,007	0,01

Assim, para encontrar o valor da quantidade total de água condensada no desumidificador (a), fazemos um balanço da água para ambas as épocas do ano, bem como para várias condições do ar extraído em (B) após arrefecimento no evaporador (1), a partir da seguinte equação:

$$Y_F \cdot m_{ARR(F)} = Y_A \cdot m_{ARR(A)} + Y_D \cdot m_{ARR(D)} - a - Y_B \cdot m_{ARR(B)} \quad (4)$$

Sabendo que,

$$Y_A \cdot m_{ARR(A)} = Y_F \cdot m_{ARR(F)} + E$$

e que,

$$m_{ARR(B)} = m_{ARR(D)}$$

Substituímos estes pressupostos na equação (4), obtendo a seguinte equação (5) com a quantidade total de água em evidência,  $a$ :

$$\begin{aligned}
 Y_F \cdot m_{ARR(F)} &= Y_A \cdot m_{ARR(A)} + Y_D \cdot m_{ARR(D)} - a - Y_B \cdot m_{ARR(B)} \\
 \Leftrightarrow Y_F \cdot m_{ARR(F)} &= Y_F + E + Y_D \cdot m_{ARR(D)} - a - Y_B \cdot m_{ARR(B)} \\
 \Leftrightarrow a &= E + m_D(Y_D - Y_B)
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Através da carta psicrométrica, encontramos os diferentes pontos de condensação (quadro 14) das condições assumidas para o ar extraído em (B), quer para a época Outono – Inverno quer para a época Primavera – Verão.

**Quadro 14: Condições do ar extraído em (B).**

Condições do ar extraído em (B) – ponto de condensação		
	Temperatura, °C	Humidade Absoluta, $kg_{H_2O}/kg_{ar\ seco}$
a)	21°C	0,0158
b)	19°C	0,014
c)	17°C	0,012

Tendo como base os quadros 2 e 3, substituímos os valores correspondentes na equação (5), encontrando os seguintes valores para cada uma das condições de cada época (ver quadro 15).

**Quadro 15: Quantidade total de água condensada no desumidificador.**

Quantidade total de água condensada no desumidificador – a, kg		
	Outono – Inverno	Primavera – Verão
a)	- 0,046	0,007
b)	0,003	0,015
c)	0,011	0,023

Tal como verificamos no quadro 15, para a condição a) da época Outono – Inverno,  $a < 0$ , pelo que, neste caso, não existe condensação da água, não havendo necessidade de desumidificar o ar da nave. No entanto, para qualquer uma das restantes condições assumidas, há condensação do ar, pelo que é necessário desumidificar o ar da nave.

Visto que o desumidificador em causa é dotado de um recuperador de calor, que permite aproveitar o calor latente do vapor de água condensado, para pré-aquecimento do ar novo, calculemos a potência correspondente à quantidade de água condensada ( $P_a$ ), ou seja, o calor recebido pelo líquido refrigerante por condensação da água no recuperador de calor, para as várias condições assumidas, das quais existe condensação da água, através da seguinte equação:

$$P_a = (a) \times \lambda \quad (6)$$

Sabendo que o calor latente de vaporização da água,  $\lambda = 2433600 \text{ J/kg}$ , convertendo-o para  $\text{kJ/kg}$ , obtém-se o valor de:

$$\lambda = \frac{2433600 \text{ J/kg}}{1000} = 2433,6 \text{ kJ/kg}$$

Assim, substituindo os valores de  $(a)$  e  $\lambda$  na equação (6), temos os seguintes resultados para cada uma das condições (quadro 16):

**Quadro 16: Total de energia recuperada para cada uma das condições assumidas.**

	Energia recuperada – $P_a$ , $\text{kJ/s} = \text{kW}$			
	Outono - Inverno		Primavera - Verão	
	$a$ , $\text{kg}$	$P_a$ , $\text{kJ/s} = \text{kW}$	$a$ , $\text{kg}$	$P_a$ , $\text{kJ/s} = \text{kW}$
a)	----	----	0,007	17,04
b)	0,003	7,3	0,015	36,5
c)	0,011	26,77	0,023	55,97

Depois do ar arrefecido em (1) e extraído para a atmosfera em (B), o valor de  $m_{ARR(C)}$  é de:

$$m_{ARR(C)} = m_{ARR(A)} - m_{ARR(B)} = 9,05 - 4,04 = 5,01 \text{ kg/s}$$

Após o cruzamento do ar renovado em (C) com o ar novo (D), surgirá uma mistura de ambos em (E), com a necessidade de ser aquecido em (2) antes de ser insuflado para a nave. Assim, para determinarmos a quantidade de calor existente em (E) e a quantidade de calor a fornecer em (2) para aquecer o ar que irá ser insuflado na nave, necessitamos, em primeiro lugar, de encontrar os dados relativos ao ponto (E), fazendo os balanços material e energético através das seguintes equações (7) e (8):

(7)

$$Y_{(C)} \times m_{ARR(C)} + Y_{(D)} \times m_{ARR(D)} = m_{ARR(E)} \times Y_{(E)}$$

(8)

$$\begin{aligned} m_{ARR(C)} \times (cp_{\text{ar seco}} + cp_{\text{vapor de água}} \times Y_{(C)}) \times {}^{\circ}\text{C}_{(C)} + m_{ARR(D)} \times (cp_{\text{ar seco}} \\ + cp_{\text{vapor de água}} \times Y_{(D)}) \times {}^{\circ}\text{C}_{(D)} \\ = m_{ARR(E)} \times (cp_{\text{ar seco}} + cp_{\text{vapor de água}} \times Y_{(E)}) \times {}^{\circ}\text{C}_{(E)} \end{aligned}$$

Para efectuarmos este conjunto de cálculos, consideremos que o calor específico do vapor de água para uma temperatura de 30°C,  $cp_{\text{ar húmido}} = 1,86 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot {}^{\circ}\text{C})$ , e que o calor específico do ar seco,  $cp_{\text{ar seco}} = 0,24 \text{ kcal}/(\text{kg} \cdot {}^{\circ}\text{C})$ .

Convertendo  $\text{kcal}/(\text{kg} \cdot {}^{\circ}\text{C})$  em  $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot {}^{\circ}\text{C})$ , temos:

$$cp_{\text{ar seco}} = 0,24 \text{ kcal}/(\text{kg} \cdot {}^{\circ}\text{C}) = 0,24 \times 4,18 = 1,00 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot {}^{\circ}\text{C})$$

Deste modo, substituindo os valores respectivos nas equações (7) e (8), conseguimos determinar os dados relativos à humidade absoluta e temperatura no ponto (E) (quadro 17).

**Quadro 17: Condições de temperatura e humidade absoluta no ponto (E).**

Condições de temperatura e humidade absoluta no ponto (E)				
Outono - Inverno			Primavera - Verão	
	$Y_{(E)}, \text{kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kg}_{\text{ar seco}}$	$^{\circ}\text{C}_{(E)}$	$Y_{(E)}, \text{kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kg}_{\text{ar seco}}$	$^{\circ}\text{C}_{(E)}$
a)	0,012	17,8	0,013	21,6
b)	0,011	16,5	0,012	20,3
c)	0,010	15,3	0,011	19,1

**Nota:** Os valores de  $Y_{(E)}$  deveriam ser iguais ao valor assumido para  $Y_{(F)} = 0,017 \text{ kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kg}_{\text{ar seco}}$ . Não o são devido aos naturais erros de leitura na carta psicrométrica.

A partir destes dados calculamos a quantidade de calor existente em (E), mas também a desejada em (F) de modo a encontrarmos a quantidade de calor a fornecer em (2) para aquecer o ar que irá ser insuflado na nave. Vejamos os valores obtidos para as diferentes condições assumidas no quadro 18, efectuados através das seguintes equações:

(9)

$$\begin{aligned} \text{Quantidade de calor}_{(E)} &= \text{Calor do ar seco}_{(E)} + \text{Calor do vapor de água}_{(E)} \\ &= [m_{\text{ARR}(E)} \times cp_{\text{ar seco}} \times (^{\circ}\text{C}_{(E)} - 0)] + [Y_{(E)} \times m_{\text{ARR}(E)} \times cp_{\text{vapor de água}} \times (^{\circ}\text{C}_{(E)} - 0)] \end{aligned}$$

(10)

$$\begin{aligned} \text{Quantidade de calor}_{(F)} &= \text{Calor do ar seco}_{(F)} + \text{Calor do vapor de água}_{(F)} \\ &= [m_{\text{ARR}(F)} \times cp_{\text{ar seco}} \times (^{\circ}\text{C}_{(F)} - 0)] + [Y_{(F)} \times m_{\text{ARR}(F)} \times cp_{\text{vapor de água}} \times (^{\circ}\text{C}_{(F)} - 0)] \end{aligned}$$

(11)

$$\text{Quantidade de calor}_{(2)} = \text{Calor do ar seco}_{(F)} + \text{Calor do vapor de água}_{(E)}$$



**Quadro 18: Quantidade de calor a fornecer para aquecer o ar em (2).**

<b>Quantidade de calor a fornecer para aquecer o ar em (2), kW</b>						
<b>Outono - Inverno</b>			<b>Primavera - Verão</b>			
	<i>Qnt. calor<sub>(E)</sub></i>	<i>Qnt. calor<sub>(F)</sub></i>	<i>Qnt. calor<sub>(2)</sub></i>	<i>Qnt. calor<sub>(E)</sub></i>	<i>Qnt. calor<sub>(F)</sub></i>	<i>Qnt. calor<sub>(2)</sub></i>
a)	164,7	286,8	122,1	200,2	287,3	87,1
b)	155,2	286,3	131,1	187,8	286,8	99,0
c)	141,0	265,8	144,7	176,4	286,3	109,9

Em pleno e correcto funcionamento do desumidificador, a energia total necessária para fazer a devida climatização do ar da nave é obtida pela soma da energia eléctrica (energia consumida para accionar os motores dos compressores e ventiladores) e energia térmica (calor gasto para aquecimento em (2) a partir do gás natural), menos a energia recuperada no condensador, mostrando-se os valores respectivos para as diferentes condições assumidas no quadro 19. Com a aplicação da cobertura durante uma média de oito horas<sup>13</sup> de não utilização da piscina, a climatização do ar da nave passa a não ser necessária, logo o desumidificador poderá ser desligado. Assim, no mesmo quadro (a sombreado) são apresentados os valores da poupança relativa a oito horas diárias para cada uma das parcelas anteriormente referidas (energia eléctrica, energia térmica, energia recuperada), bem como a energia poupada anualmente.

<sup>13</sup> A piscina é utilizada 15 horas por dia, pelo que está fechada 9 horas diárias. Assim, consideremos 8 horas para cálculos da energia poupada durante o tempo de não utilização da piscina, considerando 1 hora o tempo necessário para colocar e retirar a cobertura.

**Quadro 19: Dados energéticos para cada uma das condições assumidas.**

	a)		b)		c)	
	O - I	P - V	O - I	P - V	O - I	P - V
Potência dos motores dos ventiladores, <i>kW</i>	20,2					
Potência do motor do compressor, <i>kW</i>	28,2					
Total de potência eléctrica, <i>kW</i>	48,2					
Energia eléctrica poupada, <i>kWh/dia</i>	387,2					
Energia eléctrica poupada anualmente, <i>kWh/ano</i> <sup>14</sup>	129712					
Potência térmica para aquecer o ar, <i>kW</i>	122,1	87,1	131,1	99,0	144,7	109,9
Energia térmica poupada no aquecimento do ar, <i>kWh/dia</i>	976,8	696,8	1048,8	792	1157,6	879,2
Potência recuperada, <i>kW</i>	0	17,04	7,3	36,5	26,77	55,97
Energia relativa à não recuperação de calor, <i>kWh/dia</i>	0	136,32	58,4	292	214,16	447,76
Energia necessária para a climatização, <i>kW.h/dia</i>	170,5	118,5	172,2	110,9	166,3	102,3
Total de energia térmica poupada, <i>kWh/dia</i>	1364	948	1377,6	887,2	1330,4	818,64
Total de energia térmica poupada anualmente, <i>kWh/ano</i> <sup>15</sup>	263385,44		256752,8		237716,4	

<sup>14</sup> Calculado para 335 dias (somatório de 182 dias com 153 dias, relativos, à época Outono - Inverno e Primavera – Verão, respectivamente).

<sup>15</sup> Idem.

### **4.3. Análise Económica do Projecto**

A análise financeira da aplicação da cobertura sobre o plano de água da piscina tem como base os cálculos energéticos anteriormente apresentados, bem como um conjunto de pressupostos abaixo referidos. Qualquer fundamentação teórica, modelos ou fórmulas utilizadas foram sustentados em Soares, Moreira, Pinho e Couto (2008).

#### **4.3.1. Pressupostos assumidos**

Os pressupostos assumidos para esta análise financeira foram considerados num período de cinco anos.

O investimento inicial da cobertura é de 37.148,60 € (de acordo com o anexo 3), amortizado de acordo com o método de quotas constantes para um período de cinco anos.

No que diz respeito à taxa de inflação foi considerada a taxa objectiva na zona euro: 2%. A taxa de imposto considerada é a taxa de IRC de 25% acrescida da taxa de derrama de 1,5%, o que perfaz 26,5%, e considerando que o pagamento dos juros e impostos é feito no próprio ano do vencimento dos mesmos.

A estrutura de capitais do projecto é de 60% de capital próprio e 40% de capital alheio, mantendo-se estável ao longo do tempo. Desta forma, tendo como base a taxa actual de juro de referência da zona euro e os spreads médios para empréstimos bancários (Euribor a doze meses de 1,5% + spread de 3%), obtemos um valor de 4,5% para a taxa de juro. O modo de pagamento do empréstimo bancário adoptado é o das amortizações constantes para um prazo de pagamento de cinco anos. A remuneração do capital próprio decorre da aplicação do modelo de CAPM (*Capital Asset Price Model*).

Consideramos o cálculo do custo médio ponderado do capital (*WACC-Weighted Average Cost of Capital*), que decorre da ponderação do custo de financiamento por capitais próprios e capitais alheios, utilizando a seguinte fórmula (1):

$$WACC = w_d \times K_d(1 - T) + (1 - w_d) K_s \quad (1)$$

em que,  $K_d$  e  $K_s$  são, respectivamente, o custo do capital alheio e a taxa de rentabilidade exigida para os capitais próprios,  $w_d$  é o peso dos capitais alheios na estrutura de capital e  $T$  é a taxa de imposto sobre os lucros. Assim, o WACC trata-se de um custo médio ponderado pelo peso dos capitais alheios ( $w_d$ ) e dos capitais próprios ( $1 - w_d$ ), em que o factor ( $1 - T$ ) é a poupança fiscal, supostamente, obtida no período.

Para análise do WACC, temos que considerar um conjunto de parâmetros de seguida enunciados.

Consideramos uma taxa isenta de risco ( $R_f$ ) de 4,75%<sup>16</sup>, para obrigações do tesouro alemão a trinta anos.

O valor de beta alavancado,  $\beta_u$ , de 1,06<sup>17</sup>, teve como referência o sector em questão.

O valor do prémio de risco, dado pela diferença entre a taxa de risco de mercado e a taxa isenta de risco, é de:

$$R_m - R_f = 5,4\%^{18}$$

Deste modo, conseguimos obter o custo do capital próprio ( $K_s$ ):

$$K_s = R_f + \beta_u (R_m - R_f) = 10,47\%$$

Partindo deste conjunto de valores, e através da fórmula (1), obtemos um WACC de 7,61%.

Actualmente, sabemos que o sistema de condicionamento do ar instalado na piscina, isto é, o desumidificador, não está a ser usado na sua totalidade, não recorrendo ao uso do recuperador de calor do qual é dotado. No

---

<sup>16</sup> Consultado a 20 de Outubro de 2010 em: <http://www.bloomberg.com/>.

<sup>17</sup> Consultado a 20 de Outubro de 2010 em: [http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/Betas.html](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html).

<sup>18</sup> Consultado a 20 de Outubro de 2010 em: [http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/ctryprem.html](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html)

entanto, consideramos o seu pleno funcionamento nesta análise, tal como foi assumido para os cálculos energéticos.

De acordo com as taxas praticadas pela EDP, o preço unitário por kW.h da energia eléctrica é de 0,0837 €<sup>19</sup>, para o primeiro ano considerado em análise. Do mesmo modo, consideramos o custo da energia térmica a partir do gás natural, com um valor de 0,05 €.kW.h<sup>20</sup> para o primeiro ano. Para ambos os casos, a partir do segundo ano considera-se, por uma questão de prudência e tornando a análise mais realista, que o preço unitário por kW.h tem uma taxa de absorção da inflação de 100%.

#### **4.3.2. Dados financeiros associados à aplicação da cobertura isotérmica**

Como é possível de se verificar através da análise do anexo 4, 5 e 6, correspondentes às diferentes condições assumidas, foram encontrados os custos financeiros decorrentes da aplicação da cobertura isotérmica sobre o plano de água, sendo os respectivos dados utilizados, abaixo apresentados.

Para a instalação da cobertura da piscina, necessitamos de fazer um investimento inicial de 37.148,60 €, amortizado de acordo com o método de quotas constantes para um período de amortização de 5 anos, coincidindo com o período de vida útil estimado para a cobertura.

No que respeita aos custos de manutenção diária da cobertura, estes foram calculados tendo como base 22 dias de trabalho mensais para 40 horas semanais durante 11 meses, perfazendo um total de 9680 horas anuais. Assim, pressupondo um salário bruto, de um funcionário, no valor de 1200 €, bem como um total de 14 vencimentos anuais e uma taxa, por excesso, de 30% a

---

<sup>19</sup> Consultado a 28 de Outubro de 2010 em: [http://www.erse.pt/pt/electricidade/tarifaseprecos/precosdeelectricidade/Documents/Preços%20de%20Referência\\_BTN\\_2Fev2010.pdf](http://www.erse.pt/pt/electricidade/tarifaseprecos/precosdeelectricidade/Documents/Preços%20de%20Referência_BTN_2Fev2010.pdf).

<sup>20</sup> Consultado a 28 de Outubro de 2010 em: <http://www.erse.pt/pt/gasnatural/tarifaseprecos/treg10a11/Documents/Documento%20Tarifas%20e%20Par%C3%A2metros%20GN.pdf>.

ser paga à segurança social, fizemos o seguinte cálculo para encontrar o valor salarial por hora:

$$\text{Valor salarial.hora} = \frac{1200 \times 1,3 \times 14}{9680} = 2,25 \text{ € .hora}$$

Considerando que necessitamos de uma hora diária para retirar e colocar a cobertura, calculemos o valor anual a ser pago durante 11 meses<sup>21</sup> de abertura da piscina, a um funcionário.

$$\text{Valor de manutenção anual por ano} = 242 \times 2,25 = 544,5 \text{ € .ano}$$

A partir do ano 1 consideramos o efeito da inflação, pelo que todos os anos haverá uma actualização no custo referido anteriormente, assumindo, também, uma taxa de absorção de 100%. Consideramos, ainda, um seguro anual de 6% sobre o valor total do investimento, de 2.228,92 €.

No que respeita aos valores da poupança energética (energia eléctrica e gás natural) que advêm da aplicação da cobertura durante uma média de oito horas de não utilização da piscina, encontramos os seguintes valores, para o ano um, de acordo com quadro 20.

**Quadro 20: Poupanças energéticas e financeiras anuais com a aplicação da cobertura isotérmica.**

	a)	b)	c)
<b>Poupança anual de energia eléctrica, kWh/ano</b>	129712		
<b>Poupança anual de energia eléctrica, €/ano</b>	10856,89		
<b>Poupança anual de gás natural, kWh/ano</b>	263385,44	256752,8	237716,4
<b>Poupança anual de gás natural, €/ano</b>	13169,27	12837,6	11885,82

<sup>21</sup> Considerando 11 meses de abertura da piscina, bem como 22 dias de trabalho por mês, encontramos o valor de 242 dias anuais a serem pagos.

Para se poder verificar a viabilidade das hipóteses em análise serão considerados o Valor Actualizado Líquido (VAL), a Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) e o Pay-Back, como critérios de avaliação.

O VAL, tendo como base o WACC, permite-nos avaliar o investimento através da comparação dos fluxos financeiros (*free cash-flows – FCF*) com a taxa de actualização desses fluxos (WACC). A fórmula de cálculo usada será a seguinte:

$$VAL = -CI + \sum_{t=1}^n \frac{CFE_t}{(1 + k_t)^t}$$

em que CI é o custo do investimento, CFE o fluxo financeiro de rentabilidade (*cash-flow* de exploração do período t)<sup>22</sup>, k é uma taxa de actualização que reflecte o custo de oportunidade do capital investido, e n a duração da vida útil do investimento.

A TIR é um indicador que mede a taxa de remuneração máxima que o investimento poderá proporcionar aos financiadores.

Por sua vez, o *Pay-back* é um critério que corresponde ao tempo necessário para que as despesas do investimento sejam recuperadas, com base nos *free cash-flows*.

Assim, os valores obtidos para os três critérios utilizados estão apresentados no quadro 21.

**Quadro 21: VAL, TIR e Pay-Back para cada uma das condições assumidas.**

	a)	b)	c)
<b>VAL, €</b>	82139,15	80750,75	76765,90
<b>TIR, %</b>	73,53%	73%	70%
<b>Pay-back, anos</b>	1,42	1,43	1,41

Através da análise do quadro 21, podemos verificar que a condição a), é aquela que apresenta um VAL mais elevado, pelo que será a melhor opção de investimento. De referir, que um VAL mais elevado está associado a uma

<sup>22</sup> O *cash-flow* de exploração do projecto num determinado período de tempo  $CFE_t$ , consiste na diferença entre os recebimentos e pagamentos não financeiros associados ao investimento, também conhecido como fluxos de caixa.

condição de maior consumo e como tal, a uma maior poupança energética relativamente às restantes condições, decorrente da aplicação da cobertura. O mesmo é confirmado para a TIR, que apresentou o melhor valor, 73,53%, para a condição a), assumindo que os *cash-flows* intermédios são reinvestidos à mesma taxa de rendibilidade. Dado que a TIR é superior ao WACC, o projecto é viável, o que se verifica para todas as condições.

No que respeita ao *Pay-back*, os valores obtidos são aproximados. Assim, o período de recuperação do investimento, para uma das três hipóteses, é aceitável.



## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**





## 5.1. Conclusões

De acordo com os objectivos propostos para este estudo, são apresentadas as seguintes conclusões:

- Verifica-se que as instalações e equipamentos da piscina em estudo encontram-se de acordo com os requisitos e normas vigentes na legislação em vigor, excepto nos seguintes parâmetros abaixo referidos:
  - o A piscina está próxima de linhas eléctricas de alta tensão e de linhas férreas;
  - o O chão do edifício é permeável;
  - o Na zona da bancada não existe qualquer instalação sanitária;
  - o Existe apenas um lavatório nos balneários de cabines individuais;
  - o A sala de primeiros socorros não tem comunicação directa com o cais nem com o exterior;
  - o A temperatura da água dos tanques está acima dos valores propostos o que gera um maior consumo energético;
  - o Ao contrário do que seria de esperar, os valores da temperatura da água encontram-se acima dos valores da temperatura do ar da nave, situação esta susceptível de ocorrer devido ao incorrecto funcionamento do processo de climatização;
- Não existem manuais dos equipamentos presentes na instalação;
- Com a aplicação da cobertura isotérmica sobre o plano de água durante oito horas diárias de não utilização da piscina, obtemos uma poupança de 129.712 kW.h/ano de energia eléctrica, correspondente a 10.856 €/ano, para qualquer uma das condições assumidas;
- De acordo com as condições assumidas, isto é, 21 °C, 19 °C e 17 °C de temperatura a que o ar é extraído do desumidificador, correspondem, respectivamente, os seguintes valores de poupança relativos ao gás natural, 263.385,4 kW.h/ano, 256.752,8 kW.h/ano e 237.716,4 kW.h/ano. Do mesmo modo, correspondem os seguintes valores em euros, 13.169,27 €/ano, 12.837,6 €/ano e 11.885,82 €/ano.

- A aplicação da cobertura isotérmica sobre o plano de água, com um investimento de 37148,60 €, mostra que o projecto é viável a nível financeiro para qualquer uma das condições assumidas, podendo o capital investido ser recuperado no final de, aproximadamente 1,40 anos. O maior valor VAL obtido foi de 82.139,15 €, correspondendo a uma TIR de 73,53%. Do mesmo modo, o projecto reduz os consumos energéticos actuais.

## **5.2. Sugestões**

Após a realização deste estudo, surgiram algumas questões, pertinentes de serem ampliadas num futuro próximo, visto, o tema da eficiência energética, associado à componente financeira ser de elevado interesse no panorama actual. Sendo assim, são sugeridas algumas ideias para futuros trabalhos e, como tal, para o desenvolvimento da área de conhecimento em questão:

- Desenvolver o mesmo estudo para outras instalações e contextos, de modo a obtermos um ponto de comparação;
- Aplicar o mesmo estudo com outro tipo de equipamentos eficientes;
- Desenvolver estudos que avaliem não só o impacto energético e financeiro, mas também a nível social;
- Por fim, fica a sugestão de projectar e conceber instalações desportivas, nomeadamente as piscinas, com equipamentos que optimizem e apostem na sustentabilidade ambiental, preservando, assim, os recursos naturais mas também podendo funcionar como um meio de atingir um maior número de utentes e como tal, aumentar os rendimentos da instalação.

## **6. BIBLIOGRAFIA**





- Apra, M.-C., Banchi, B., Lunghini, L., Pagliantini, M., Peruzzi, A., & Sciarra, G. (2010). Disinfection of swimming pools with chlorine and derivatives: formation of organochlorinated and organobrominated compounds and exposure of pool personnel and swimmers. *Natural Science*, 2(2), 68-78.
- Aragão, L. (2006). Qualidade e sustentabilidade de complexos aquáticos. Estratégias para o futuro. *Piscinas XXI e Instalações Desportivas*, 4<sup>o</sup> Trimestre, 78-81.
- Asdrubali, F. (2009). A scale model to evaluate water evaporation from indoor swimming pools. *Energy and Buildings*(41), 311-319.
- Baptista, L. L. (2000). O técnico de manutenção de piscinas. In *Curso de Manutenção de piscinas*: FPN.
- Barbosa, H. (2007). III Congresso da Associação Portuguesa de Profissionais de Piscinas, Instalações Desportivas e Lazer *Boletim Informativo da Associação Portuguesa de Profissionais de Piscinas*, Instalações Desportivas e Lazer, Outubro - Dezembro, 2-9.
- Beleza, V. (1997). Tratamento de águas de piscina. In *Manual de manutenção de piscinas*: FPN.
- Beleza, V. (2009). Medidas Fundamentais para a Eficiência Energética e Qualidade da Água em Piscinas. disponível em <http://www.scribd.com/doc/11583441/ApresentacaoAnsiaoJan2009VMB>.
- Beleza, V. M., Santos, R., & Pinto, M. (2007). *Piscinas: tratamento de águas e utilização de energia*. Porto: Fundação Instituto Politécnico do Porto.
- Boavida, M. (2006). Eurocover: Produção nacional de coberturas têxteis para piscinas. *Piscinas XXI e Instalações Desportivas*, Ano XIII(4<sup>o</sup> Trimestre), 84-86.
- Chivetta, C. (2004). Air Apparent. *Athletic Business* Consult. 5 de Maio de 2010, disponível em [www.athleticbusiness.com](http://www.athleticbusiness.com).
- Constantino, J. (1999). *Desporto, Política e Autarquias*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Costa, C. (2000). Qualidade e Piscinas. In A. Correia (Ed.), *Serviços de Qualidade no Desporto. Piscinas, Polidesportivos e Ginásios*. (pp. 34-56). Lisboa: Ministério da Juventude e do Desporto. CEFD.
- Costa, C. (2007). Planear, projectar, construir e gerir piscinas públicas. Os serviços de consultoria. *Piscinas XXI e Instalações Desportivas*, 4<sup>o</sup> Trimestre, 52-56.
- Departamento Técnico de Menchaca S.A. (2002). Razones para el uso mantas térmicas *Piscinas XXI*(169), 78-80.
- Fraga, S. (2006). Piscinas Municipais da Póvoa de Varzim e Rio Tinto. *Piscinas XXI e Instalações Desportivas*, 2<sup>o</sup> Trimestre, 40-45.
- Gallardo, L., & Jiménez, A. (2004). *La gestión de los servicios deportivos municipales. Vías para la excelência*. Barcelona: INDE.
- Garrido, J. (1997). Microbiologia e Águas de Piscina. In *Manual de manutenção de piscinas*: FPN.
- Griffiths, T., Edwards, M., & Scott, R. (2005). Aquatic Facilities. In *Facility design and management for health, fitness, physical activity, recreation, and sports facility development* (pp. 296-312): Thomas Sawyer.
- Herbert, J. (2004). Cogeneration. Consult. 12 de Maio de 2010, disponível em [www.kelcroft.com.hk/cogeneration.htm](http://www.kelcroft.com.hk/cogeneration.htm).
- Hooker, E., Chinn, W., Bain, N., Busam, G., Srirangan, A., & Young, A. (2010). Determinants of bacterial contamination in pools, spas, and wading

- pools: should chlorine standards be revised? *International Journal of Aquatic Research and Education*, 4, 33-38.
- LaRue, R., Sawyer, T., & Vivian, J. (2005). Electrical, Mechanical, and Energy Management. In T. Sawyer (Ed.), *Facility design and management for health, fitness, physical activity, recreation, and sports facility development* (pp. 155-176): Sagamore Publishing.
- Lourenço, J. (2007). Clube Fluvial Portuense: Unidades desumificadoras ETT eleitas como a melhor solução para o tratamento do ar. *Piscinas XXI e Instalações Desportivas, Ano XVI*(3º Trimestre), 68-70.
- Osinski, A. (1997). Aquatic Facilities. In M. L. W. D. K. Stotlar (Ed.), *Sport Facility Management* (pp. 158-165). London: Jones and Bartlett Publishers.
- Pinto, A., & Sarmiento, J. (2009). Gestão de Instalações Desportivas. Consult. 6 de Junho de 2010, disponível em <http://forumolimpico.org/?q=node/304>.
- Pires, G., & Sarmiento, J. P. (2001). Conceito de Gestão do Desporto — Novos desafios, diferentes soluções. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 1(1), 88-03.
- Pires, P., & Sarmiento, J. P. (1999a). Estudo da rentabilização social e económica das piscinas do Baixo Vouga (distrito de Aveiro) e do perfil de competências e funções do gestor das mesmas piscinas. *Revista Horizonte*, XV(90), 33-37.
- Pires, P., & Sarmiento, J. P. (1999b). Piscinas: Rentabilização Social e Económica. *Nadar*, IV(11), 13-20.
- Rabi, A., Khader, Y., Alkafajei, A., & Aqoulah, A. A. (2007). Sanitary conditions of public swimming pools in Amman, Jordan. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 4(4), 301-306.
- Sancho, J. (2004). *Estrategias de gestión deportiva local*. Barcelona: INDE.
- Sarmiento, J. (2002). Qualidade de Gestão das Instalações e o Novo Perfil do Gestor Desportivo. In *Equipamentos Desportivos - Novas Perspectivas de Gestão*. Montemor-o-Novo: Associação de Municípios do Distrito de Évora.
- Sarmiento, J. (2005). Qualidade na gestão de instalações desportivas. In *Seminário de Gestão do Desporto*. Universidade da Madeira.
- Sarmiento, J. P. (2004). A Interdependência na Gestão de Instalações. Consult. 26 de Junho de 2010, disponível em <http://forumolimpico.org/?q=node/299>.
- Shah, M. M. (2003). Prediction of evaporation from occupied indoor swimming pools. *Energy and Buildings*(35), 707-713.
- Shah, M. M. (2004). Calculating evaporation from indoor water pools. An evaluation of available methods and recommendations for their use. *HPAC Engineering*, March(1), 21-26.
- Silva, I. (2000). Piscinas e Saúde Pública. In *Curso de Manutenção de Piscinas*: FPN.
- Soares, I., Moreira, J., Pinho, C., & Couto, J. (2008). *Decisões de Investimento. Análise Financeira de Projectos*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Soares, S. (2004). *Tratamento do Ar e da Água de Piscinas Públicas. Manual para técnicos de actividades aquáticas*: Xistarca.



- Soares, S., Fernandes, R., Soares, J., & Rama, L. (2004). Tratamento de águas de piscinas públicas das regiões norte e centro de Portugal. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 4(21 suplemento), 343.
- Sociedade Balnear Alemã. (1988). *Gestão económica em piscinas cobertas e de ar livre. Relatório de experiências da responsabilidade da Sociedade Balnear Alemã.*: Tradução e Edição pelo Ministério da Educação. Direcção Geral dos Desportos.
- Souza, A., & Guerra, J. C. (2007). Sustentabilidade e economia usando energia solar: aquecimento da piscina da UTFPR. Consult. 23 de Maio de 2010, disponível em <http://www.docstoc.com/docs/21080185/SUSTENTABILIDADE-E-ECONOMIA-USANDO-ENERGIA-SOLAR-AQUECIMENTO-DA>.
- Teixeira, M. F. (1994). Curso de manutenção e gestão de energia em piscinas cobertas. In *Curso para técnicos de manutenção de piscinas*: FPN.
- Teixeira, M. R. (2000). O consumo de serviços desportivos. *Revista Horizonte*, XVI(93), 3-11.
- Trianti-Stourna, E., Spyropoulou, K., Theofylaktos, C., Droutsas, K., Balaras, C. A., Santamouris, M., et al. (1998). Energy conservation strategies for sports centers: Part B. Swimming pools. *Energy and Buildings*(27), 123-135.
- US Department of Energy. (2009). Swimming Pool Covers. Consult. 6 de Junho de 2010, disponível em [http://www.energysavers.gov/your\\_home/water\\_heating/index.cfm/mytopic=13140](http://www.energysavers.gov/your_home/water_heating/index.cfm/mytopic=13140).
- US Department of Energy. (2009). Swimming Pool Covers. Consult. 6 de Junho de 2010, disponível em [http://www.energysavers.gov/your\\_home/water\\_heating/index.cfm/mytopic=13140](http://www.energysavers.gov/your_home/water_heating/index.cfm/mytopic=13140).
- Vallejo, M., Zafra, A., Rodríguez, M., & Hidalgo, A. (2008). La temperatura del agua de las piscinas cubiertas climatizadas: nunca a gusto de todos. *Piscinas XXI*, 32(219), 84-89.
- Yarger, L. (2007). Analyzing and managing staff turnover in aquatic facilities. *International Journal of Aquatic Research and Education*, 1, 285-290.

### **Legislação Consultada**

- Circular Normativa n.º 14/DA de 21 de Agosto de 2009. *Programa de Vigilância Sanitária de Piscinas*. Direcção-Geral da Saúde.
- Decreto Regulamentar n.º 5/97 de 31 de Março, Diário da República, I Série, A, 75: 1397-1422.
- Decreto-Lei n.º 65/97 de 31 de Março, Diário da República, I Série, A, 75: 1386-1391.

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

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

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

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

Directiva n.º 2002/91/CE de 16 de Dezembro de 2002. *Desempenho Energético dos Edifícios*. Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia.

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

## **7. ANEXOS**





**Anexo 1: Tabelas de registo diário de temperaturas, humidade relativa, níveis de cloro e pH.**

Janeiro de 2010												
Dias	Tanque de 25 m						Tanque de Aprendizagem					
	Cloro Combinado	Cloro Livre	pH	°C Água	°C Ar	Humidade Relativa (%)	Cloro Combinado	Cloro Livre	pH	°C Água	°C Ar	Humidade Relativa (%)
1	<b>ENCERRADA</b>											
2	0,29	1,4	7,6	29,9	29,9	58,4	0,68	1,5	7,5	31,4	29,9	60,2
3	0,29	1,5	7,6	29,9	30	56,1	0,7	1,4	7,5	31,7	30	56,1
4	0,3	1,5	7,6	29,9	30,1	59,7	0,6	1,5	7,6	31,3	30,1	59,7
5	0,25	1,3	7,7	29,9	29,8	64,9	0,75	1,2	7,6	31,5	29,8	64,9
6	0,29	1,4	7,6	29,9	29,4	53,1	0,69	1,2	7,5	31,5	29,4	52,9
7	0,28	1,4	7,6	29,8	29,7	57,1	0,59	1,3	7,5	31,5	29,7	57,1
8	0,34	1,4	7,6	29,7	28,6	46,1	0,6	1,4	7,5	31,8	28,6	46,1
9	0,25	1,5	7,6	29,9	28,3	59,2	0,62	1,5	7,5	32	28,3	59,2
10	0,22	1,4	7,6	30	28	56,3	0,59	1,4	7,7	31,8	28	61,3
11	0,26	1,4	7,6	30	28,8	53,1	0,6	1,5	7,6	32	28,8	53,1
12	0,3	1,3	7,6	30	29,7	67,5	0,59	1,4	7,6	31,7	29,7	67,5
13	0,28	1,4	7,6	30	29,7	59,1	0,68	1,5	7,5	31,7	29,7	59,1
14	0,25	1,4	7,6	29,9	29,7	65,8	0,7	1,3	7,6	31,5	29,7	65,8
15	0,28	1,5	7,6	30	29,8	66,3	0,6	1,4	7,6	31,5	29,8	66,3
16	0,3	1,3	7,6	30	29,8	67,3	0,58	1,4	7,6	31,9	29,8	67,3
17	0,24	1,4	7,6	29,9	29,8	67,8	0,72	1,4	7,7	31,9	29,8	67,8
18	0,28	1,4	7,6	30	30	58,7	0,7	1,5	7,6	31,8	30	58,7
19	0,29	1,5	7,6	29,9	29,9	63,5	0,68	1,4	7,6	31,4	29,9	63,5
20	0,26	1,5	7,6	30	29,9	61,3	0,68	1,5	7,7	31,5	29,9	61,3
21	0,3	1,2	7,6	29,9	29,9	67,2	0,6	1,2	7,6	31,4	30,2	65,3
22	0,32	1,3	7,6	29,9	29,9	63,3	0,59	1,3	7,6	31,8	29,9	63,3
23	0,34	1,4	7,6	30	30,4	60,3	0,7	1,5	7,6	32	30,4	60,3
24	0,29	1,5	7,6	30	30	53,2	0,72	1,4	7,6	31,8	29,7	55,3
25	0,34	1,5	7,6	30	29,4	53,1	0,7	1,3	7,6	31,6	29,4	53,1
26	0,23	1,2	7,6	29,9	28,6	67	0,75	1,1	7,6	31,5	28,6	67,1
27	0,36	1,2	7,6	29,9	29,5	51,8	0,74	1,3	7,6	31,5	29,5	51,8
28	0,28	1,4	7,6	29,9	29,5	60,8	0,62	1,5	7,7	31,6	29,5	60,8
29	0,27	1,2	7,6	29,9	28,3	52,5	0,62	1	7,6	31,5	28,9	52,5
30	0,29	1,3	7,6	30	29,2	59,8	0,69	1,5	7,7	31,6	29,2	59,8
31	0,3	1,4	7,6	30	30,1	49,9	0,68	1,5	7,6	31,7	30,1	49,9

Fevereiro de 2010												
Dias	Tanque de 25 m						Tanque de Aprendizagem					
	Cloro Combinado	Cloro Livre	pH	°C Água	°C Ar	Humidade Relativa (%)	Cloro Combinado	Cloro Livre	pH	°C Água	°C Ar	Humidade Relativa (%)
1	0,29	1,5	7,6	30	28,4	54,4	0,68	1,4	7,6	31,8	28,4	54,4
2	0,29	1,2	7,5	29,8	28,6	61,2	0,7	1,3	7,6	31,7	28,6	61,2
3	0,3	1,6	7,6	29,9	29,8	51,3	0,6	1,3	7,7	31,5	29,8	51,3
4	0,25	1,4	7,6	30,1	28,6	65,1	0,68	1,6	7,6	32,2	28,6	65,1
5	0,28	1,4	7,6	29,9	28,7	55,6	0,6	1,2	7,7	31,4	28,7	55,6
6	0,34	1,4	7,6	29,8	29,5	66,2	0,75	1,5	7,6	31,6	29,5	66,2
7	0,25	1,4	7,6	29,9	29,5	58,9	0,69	1,2	7,5	29,9	29,5	58,9
8	0,22	1,6	7,6	30,1	30,1	53,6	0,59	1,5	7,6	31,8	30	53,6
9	0,3	1,3	7,6	29,8	29,5	61,3	0,59	1,2	7,6	31,5	29,5	61,5
10	0,29	1,4	7,6	29,7	28,8	59,9	0,6	1,5	7,5	30,6	28,8	59,9
11	0,26	1	7,5	28,7	29,9	52,4	0,59	1,5	7,6	31,6	29,9	52,4
12	0,3	1,4	---	28,2	28,8	50,3	0,68	1,4	---	31	28,8	50,3
13	0,32	1,2	7,5	28,9	28	54,7	0,72	1,2	7,6	31,4	28	54,7
14	0,28	1,5	7,6	29,5	28,4	46,1	0,6	1,5	7,7	32,1	28,4	46,1
15	0,34	1,14	7,6	29,9	28,1	47,2	0,7	1,6	7,8	31,9	28,1	47,2
16	<b>ENCERRADA</b>											
17	0,34	1,4	7,7	30,3	28,5	50,5	0,58	1,3	7,6	31,5	28,5	50,5
18	0,23	1,3	7,6	29,6	28,8	58,7	0,7	1,4	7,5	31,6	28,1	58,7
19	0,34	1,2	---	29,7	27,9	50,6	0,7	1,1	---	30,6	27,9	50,6
20	0,36	1,3	7,5	29,9	28	58,8	0,59	1,1	7,6	31,1	28	58,8
21	0,28	1,2	7,6	30	28,4	59,8	0,7	1,5	7,7	32,1	28,2	59,8
22	0,27	1,4	7,6	30	28,2	63,1	0,68	1,5	7,6	32	28,2	63,1
23	0,3	1,3	7,7	29,7	28,1	68,2	0,68	1,2	7,6	31,3	28,1	68,2
24	0,34	1,3	7,6	29,9	28,2	63,5	0,59	1,5	7,7	31,7	28,2	63,5
25	0,25	1,1	7,5	29,8	28,2	62,1	0,6	1	7,6	31,4	28,2	62,1
26	0,28	1,5	7,6	29,8	29	60,8	0,59	1,6	7,7	31,8	29	60,8
27	0,3	1,5	7,6	29,9	27,6	66,5	0,7	1,3	7,5	31,6	27,6	66,5
28	0,24	1,6	7,7	29,8	27,9	63,4	0,75	1,4	7,7	30,9	27,9	63,4

Março de 2010												
Dias	Tanque de 25 m						Tanque de Aprendizagem					
	Cloro Combinado	Cloro Livre	pH	°C Água	°C Ar	Humidade Relativa (%)	Cloro Combinado	Cloro Livre	pH	°C Água	°C Ar	Humidade Relativa (%)
1	0,33	1,3	7,6	29,9	28,6	60,6	0,65	1,5	7,7	31,9	28,6	60,6
2	0,29	1,5	7,6	29,1	28,3	58,2	0,6	1,5	7,7	31,5	28,3	58,2
3	0,27	1	7,6	29,6	28,4	66,8	0,68	1,1	7,5	31,7	28,4	66,8
4	0,29	1,1	7,6	29,8	29,1	62,1	0,7	1	7,5	31,2	29,7	62,1
5	0,29	1,3	7,6	30,1	27,9	55,6	0,75	1,5	7,5	31,7	27,9	55,6
6	0,25	1,2	7,6	30	28	66,3	0,6	1,4	7,5	31,6	28	66,3
7	0,22	1,4	7,6	30,1	27,9	64,1	0,75	1,7	7,5	31,4	27,9	64,1
8	0,26	1,4	7,5	29,9	28,1	52,8	0,69	1,4	7,5	31,7	28,1	52,8
9	0,29	1,3	7,6	29,5	28	50,3	0,59	1,5	7,4	31,7	28	50,3
10	0,29	1,4	7,6	29,9	28,2	52,3	0,7	1,3	7,5	31	28,2	52,3
11	0,28	1,4	7	30,1	27,8	57,3	0,62	1,8	7	31,3	27,8	57,3
12	0,3	1,2	7,6	29,9	28,3	55	0,59	1,5	7,4	31,6	28,1	58,2
13	0,24	1,4	7,6	29,8	28,3	60,2	0,6	1,3	7,4	31,9	28,3	60,2
14	0,28	1,4	7,5	30,1	28,4	51,4	0,6	1,4	7,3	31,5	28,4	51,4
15	0,22	1,5	7,6	29,8	28	58,9	0,6	1,5	7,2	31,5	28,5	57,2
16	0,34	1,5	7,6	30	28,5	62,3	0,7	1,1	7,5	31,5	28,5	62,3
17	0,29	1,5	7,6	30,1	28,9	56,8	0,6	1,5	7,5	31,5	28,9	56,8
18	0,26	1,4	7,6	30	28,1	67,5	0,58	1,4	7,5	31,5	28,1	67,5
19	0,3	1,1	7,5	30,2	28	68,3	0,68	1	7,6	32,3	28	70,8
20	0,34	1,3	7,6	30	28,7	73,9	0,7	1,4	7,6	32,2	28,7	73,9
21	0,3	1,4	7,6	30,1	28,7	68,4	0,56	1,4	7,6	31,6	28,7	68,4
22	0,25	1,5	7,6	30,1	28,6	53,1	0,59	1,5	7,6	31,8	28,6	53,1
23	0,29	1,3	---	30	28	69,8	0,68	1	---	32,3	28,2	65,2
24	0,28	1,2	7,6	30	28,4	58,2	0,7	1,5	7,5	31,8	28,4	58,2
25	0,28	1,2	7,6	29,8	28,5	65,1	0,59	1,5	7,6	31,1	28,4	65,1
26	0,34	1,3	7,6	29,9	29	61,8	0,72	1,5	7,6	31,5	29	61,8
27	0,3	1,2	7,5	30,1	28	68,3	0,7	1,3	7,6	31,5	28	68,3
28	0,28	1,5	7,6	29,5	28,8	66,8	0,75	1,5	7,6	32	28,8	66,8
29	0,25	1,4	7,7	30,1	28	63,8	0,74	1,3	7,6	31,5	28	63,8
30	0,26	1,2	7,6	30,1	28,9	66,5	0,6	1,6	7,6	32,2	28,9	66,5
31	0,29	1,3	7,6	29,9	28,6	68,1	0,68	1,3	7,5	31	28,6	68,1

Abril de 2010												
Dias	Tanque de 25 m						Tanque de Aprendizagem					
	Cloro Combinado	Cloro Livre	pH	°C Água	°C Ar	Humidade Relativa (%)	Cloro Combinado	Cloro Livre	pH	°C Água	°C Ar	Humidade Relativa (%)
1	0,28	1,5	7,5	30,1	28,1	50,6	0,6	1,2	7,5	31,1	28,1	50,6
2	0,34	1,5	7,6	30,1	28,5	61,8	0,75	1,2	7,6	32	28,5	61,8
3	0,22	1,5	7,6	29,7	28,3	61,8	0,59	1,6	7,6	31,7	28,3	61,8
4	<b>ENCERRADA</b>											
5												
6	0,3	1,2	7,6	31,1	28,4	64,8	0,61	1,4	7,7	31,9	28,4	64,8
7	0,25	1,1	7,7	30,1	28,6	86	0,59	1,2	7,6	31,1	28,6	68,1
8	0,22	1,5	7,6	30,1	28,5	64,1	0,68	1,3	7,5	32,3	28,5	64,1
9	0,3	1,3	7,6	30	29,5	58,1	0,72	1,2	7,5	31,8	29,5	58,1
10	0,32	1,2	7,6	29,9	29,8	62,8	0,6	1,5	7,5	32	29,8	62,8
11	0,28	1,5	7,6	29,8	29,5	53,2	0,7	1,5	7,6	31,9	29,5	53,2
12	0,29	1,4	7,6	29,8	28,8	64,1	0,7	1,5	7,6	31,6	28,8	64,1
13	0,34	1,3	7,6	30	29	65,8	0,59	1	7,6	32	29	65,8
14	0,23	1,2	7,5	30,1	28,9	51,3	0,6	1,2	7,6	31,6	28,9	50,1
15	0,34	1,2	7,6	30	28,8	65,9	0,59	1,4	7,6	31,6	28,8	65,9
16	0,26	1,4	7,6	29,9	28,9	68,1	0,65	1,3	7,5	31,6	28,9	68,1
17	0,28	1,2	7,5	30	28,9	67,7	0,7	1,1	7,6	31,9	28,9	67,7
18	0,29	1,5	---	29,9	28,7	70,1	0,6	1,7	---	30,5	28,7	70,1
19	0,3	1,5	7,6	30	28,7	61,6	0,59	1,4	7,5	32	28,7	61,6
20	0,25	1,4	7,6	30,1	29,5	72,1	0,59	1,4	7,5	31,3	29,5	72,1
21	0,25	1,2	7,5	30,1	29,5	68,8	0,68	1	7,5	32	29,5	68,8
22	0,3	1,2	7,5	30,1	29,5	65,9	0,7	1,3	7,6	31,9	29,5	65,9
23	0,34	1,2	7,6	30,2	28,9	67,3	0,6	1,3	7,6	31,6	28,9	67,3
24	0,28	1,5	7,5	30	29,5	65,8	0,58	1,4	7,5	32	29,5	65,8
25	<b>ENCERRADA</b>											
26	0,3	1,5	7,6	30	29,9	66,4	0,75	1,4	7,6	31,8	29,9	66,4
27	0,36	1,1	7,6	29,9	30	65,3	0,68	1,1	7,6	32	30	65,3
28	0,25	1,1	7,5	30	30	67,5	0,59	1,2	7,6	32,2	30	67,5
29	0,24	1,4	7,6	30,1	30	72,3	0,7	1,2	7,6	31,6	30	72,3
30	0,27	1,4	7,6	30	29	68,2	0,69	1,3	7,5	32,1	29	68,2



**Maio de 2010**

Dias	Tanque de 25 m						Tanque de Aprendizagem					
	Cloro Combinado	Cloro Livre	pH	°C Água	°C Ar	Humidade Relativa (%)	Cloro Combinado	Cloro Livre	pH	°C Água	°C Ar	Humidade Relativa (%)
	<b>1</b>	<b>ENCERRADA</b>										
<b>2</b>	0,28	1,4	---	30,1	28,9	65,3	0,3	1,5	---	32	28,9	65,3
<b>3</b>	0,31	1,5	7,6	30	28,9	57,6	0,69	1,5	7,5	32,1	28,9	57,6
<b>4</b>	0,25	1,1	7,6	29,9	28,9	66,3	0,62	1,8	7,6	31,6	28,9	66,3
<b>5</b>	0,29	1,5	7,5	29,9	29,3	61,8	0,59	1	7,6	31,8	29,3	61,8
<b>6</b>	0,28	1,3	7,6	30,1	29,3	62,1	0,7	1	7,5	31,6	29,3	62,1
<b>7</b>	0,28	1,5	7,5	30	29	71,7	0,65	1,5	7,5	31,7	29	71,7
<b>8</b>	0,34	1,4	7,5	30,1	28,6	71,6	0,68	1,5	7,5	31,8	28,6	71,6
<b>9</b>	0,25	1,4	7,6	29,9	28,7	58	0,75	1,8	7,6	32	28,7	58
<b>10</b>	0,22	1,5	7,6	30,2	28,7	64,5	0,72	1,5	7,6	31,8	28,7	64,5
<b>11</b>	0,29	1,4	7,6	30,1	29	71,2	0,7	1,2	7,6	31,9	29	71,2
<b>12</b>	0,25	1,4	7,6	30,1	29,9	65,7	0,74	1,3	7,5	31,9	29,2	65,7
<b>13</b>	<b>ENCERRADA</b>											
<b>14</b>	0,3	1,4	7,5	30	29,3	68,5	0,6	1,2	7,5	31,8	29,3	68,5
<b>15</b>	0,36	1,3	7,6	30,1	29	68,1	0,58	1,2	7,5	31,6	29	68,1
<b>16</b>	0,28	1,4	7,6	30,1	29,4	61,2	0,68	1,5	7,6	31,7	29,4	61,2
<b>17</b>	0,29	1,5	7,6	30,1	29,8	63	0,6	1,5	7,6	31,8	29,8	63
<b>18</b>	0,29	1,3	7,6	30,1	30,8	57,9	0,7	1,3	7,5	31,8	30,8	57,6
<b>19</b>	0,24	1,5	7,6	30,1	31,1	55,2	0,69	1,2	7,6	32,2	31,1	55,2
<b>20</b>	0,28	1,5	7,5	30,1	31,3	43,2	0,59	1,1	7,5	31,8	31,3	43,1
<b>21</b>	0,29	1,5	7,6	30,1	29,7	59,1	0,6	1,4	7,5	32,1	29,7	59,1
<b>22</b>	0,3	1,3	7,6	30,1	30,8	51,9	0,75	1,3	7,6	32	30,8	51,9
<b>23</b>	0,31	1,5	7,6	29,9	30,6	57,3	0,62	1,4	7,7	31,6	30,6	57,3
<b>24</b>	0,3	1,5	7,7	30	30,1	53,2	0,62	1,5	7,6	31,8	30,1	53,2
<b>25</b>	0,29	1,5	7,6	30	28,8	69,2	0,69	1,5	7,6	31,8	28,8	69,2
<b>26</b>	0,28	1,2	7,6	30	29,1	68,1	0,75	1,1	7,6	31,9	29,1	68,1
<b>27</b>	0,34	1,5	7,5	30,1	28,9	68,9	0,68	1,5	7,5	31,9	28,9	68,3
<b>28</b>	0,29	1,2	7,5	29,8	29,1	64,8	0,59	1,1	7,5	31,7	29,1	64,8
<b>29</b>	0,32	1,2	7,7	30	29,1	66,3	0,7	1	7,6	31,9	29,1	66,3
<b>30</b>	0,34	1,5	7,6	30	30	59,2	0,72	1,5	7,8	31,2	30	59,2
<b>31</b>	0,23	1,5	7,6	30	30,2	66,3	0,74	1,5	7,6	31,7	30,2	66,3

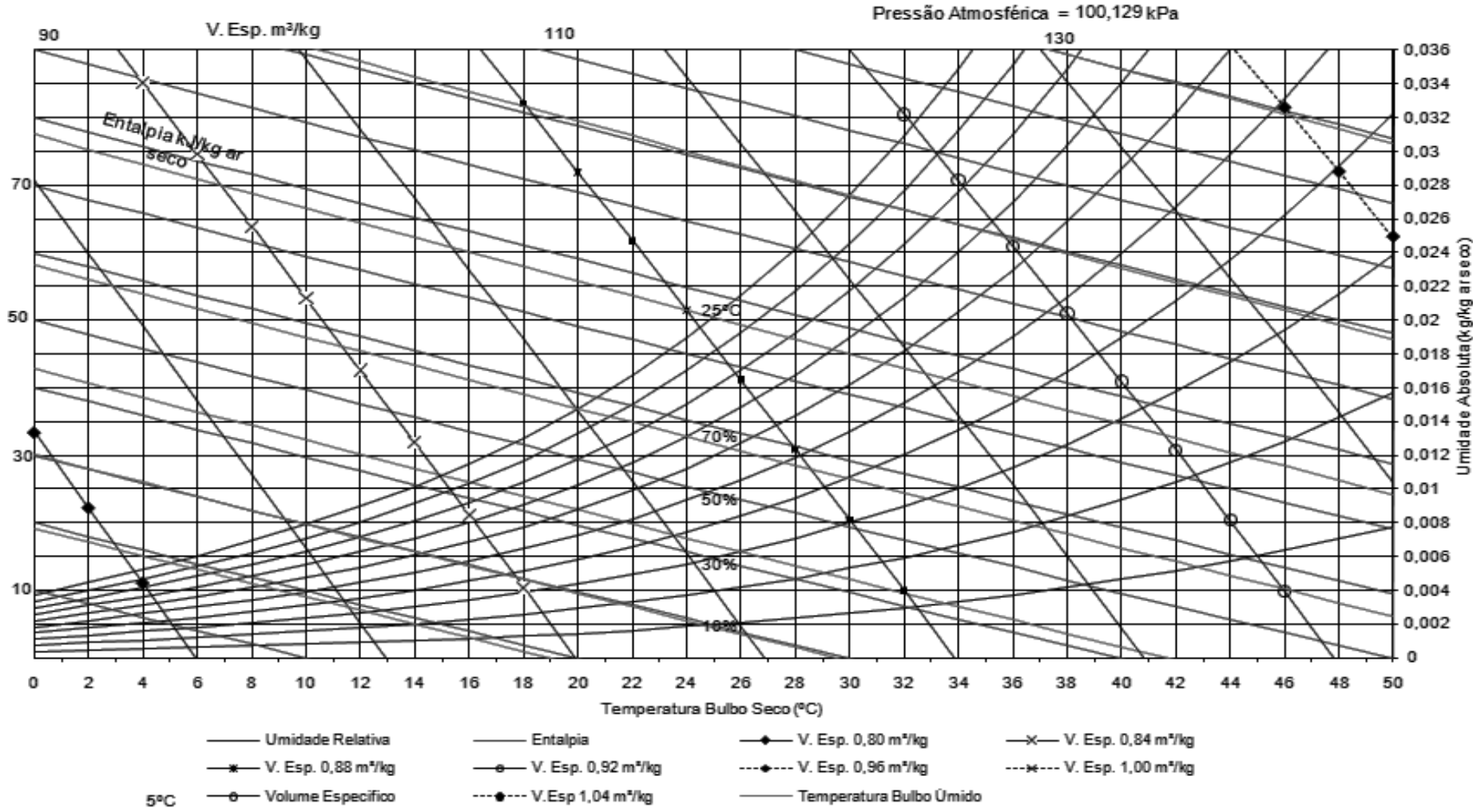
**Junho de 2010**

Dias	Tanque de 25 m						Tanque de Aprendizagem					
	Cloro Combinado	Cloro Livre	pH	°C Água	°C Ar	Humidade Relativa (%)	Cloro Combinado	Cloro Livre	pH	°C Água	°C Ar	Humidade Relativa (%)
1	0,25	1,3	7,6	30	30,1	69,3	0,68	1,3	7,8	31,8	30,1	69,3
2	0,31	1,3	7,6	30,1	31,1	62,8	0,7	1,6	7,6	31,7	31,1	62,8
3	0,28	1,5	7,5	30,1	31,1	65,1	0,7	1,7	7,7	31,7	31,1	65,1
4	0,34	1,6	7,6	30	30,1	61	0,74	1,5	7,6	31	30,1	61
5	0,29	1,2	7,6	30	29,3	69,3	0,69	1	7,6	31,7	29,3	69,3
6	0,28	1,4	7,6	30	29	70,4	0,75	1,5	7,6	31,7	29	70,4
7	0,3	1,5	7,7	30	29,1	63,8	0,73	1,7	7,7	31,5	29,1	63,8
8	0,36	1,2	7,6	30,1	29	69,2	0,6	1,3	7,3	31,6	29,6	69,2
9	0,22	1,5	7,6	30	29,1	62,1	0,73	1,7	7,5	31,1	29,1	62,1
10	0,28	1,4	7,7	30	28,7	46,8	0,72	1,4	7,6	31,7	28,7	46,8
11	0,22	1,4	7,6	30,1	29,1	46,8	0,3	1,7	7,4	31,7	29,1	46,8
12	0,29	1,4	7,6	30,1	29,8	52,8	0,62	1,4	7,7	31,7	29,8	52,8
13	0,34	1,5	7,6	30	30	46,2	0,7	1,5	7,6	31,3	30	46,2
14	0,29	1,4	7,7	30	29,7	47,1	0,6	1,6	7,7	31,4	29,7	47,1
15	0,29	1,2	7,7	30	29,9	58,5	0,62	1,3	7,7	31,7	29,9	58,5
16	0,24	1,3	7,6	29,8	29,3	58,1	0,69	1,2	7,6	31,7	29,3	58,1
17	0,29	1,1	7,6	30	29,4	62,3	0,59	1	7,6	31,7	29,4	62,3
18	0,3	1,5	7,6	30	29,5	46,4	0,59	1,5	7,6	31,6	29,5	46,4
19	0,29	1,4	7,6	30,1	29,7	52,1	0,6	1,2	7,5	31,7	29,7	52,1
20	0,32	1,4	7,6	29,9	29,3	62	0,58	1,3	7,7	31,6	29,3	62
21	0,25	1,5	7,7	29,9	29,8	46,5	0,6	1,5	7,7	31,6	29,8	46,5
22	0,29	1,1	7,6	30,1	29,6	62,3	0,6	1,1	7,5	31,5	29,6	62,3
23	0,31	1,4	7,6	29,9	29,1	68,3	0,7	1,5	7,6	31,9	29,1	68,3
24	<b>ENCERRADA</b>											
25	0,3	1,5	7,7	30	30,4	49,8	0,7	1,3	7,6	30,9	30,4	49,8
26	0,25	1,5	7,7	29,9	30,5	46,6	0,59	1,5	7,7	31,7	30,5	46,6
27	0,28	1,4	7,6	30	29,9	68,2	0,7	1,3	7,6	31,8	29,9	68,2
28	0,29	1,3	7,7	29,9	31	46,4	0,65	1,7	7,7	31,7	31	46,4
29	0,3	1,5	7,7	29,9	29,9	60,8	0,68	1,5	7,7	31,6	29,9	60,8
30	0,29	1,2	7,6	30	30,1	68,1	0,75	1,1	7,6	31,6	30,1	68,1

**Julho de 2010**

Dias	Tanque de 25 m						Tanque de Aprendizagem					
	Cloro Combinado	Cloro Livre	pH	°C Água	°C Ar	Humidade Relativa (%)	Cloro Combinado	Cloro Livre	pH	°C Água	°C Ar	Humidade Relativa (%)
1	0,31	1,3	7,6	30,1	29,8	63,5	0,72	1,4	7,7	31,6	29,8	63,5
2	0,25	1,3	7,6	30	29,9	68,9	0,7	1,3	7,7	31,6	29,9	68,9
3	0,29	1,3	7,6	30	30	69,3	0,74	1,4	7,6	31,7	30	69,3
4	0,3	1,2	7,7	29,8	31	46,3	0,74	1,5	7,7	31,6	31	46,3
5	0,3	1,3	7,7	29,9	31	46,3	0,72	1,3	7,7	31,4	31	46,3
6	0,31	1,5	7,7	29,9	30	60,8	0,58	1,5	7,7	31,8	30	60,8
7	0,3	1,4	7,6	29,9	31,3	69,3	0,68	1,5	7,7	31,6	31,3	69,3
8	0,25	1,5	7,6	29,9	30	65,3	0,69	1,5	7,6	31,7	30	65,3
9	0,28	1,1	7,7	29,9	30,2	65,9	0,65	1	7,7	31,7	30,1	65,9
10	0,28	1,5	7,7	29,8	30,5	68,3	0,6	1,5	7,7	31,7	30,5	68,3
11	0,28	1,5	7,6	29,8	30,8	66,7	0,75	1,1	7,7	31,7	30,8	66,7
12	0,2	1,5	7,7	29,9	29,5	67,8	0,58	1,5	7,7	31,8	29,5	67,8
13	0,25	1,5	7,6	29,9	29,4	62,9	0,59	1,5	7,7	31,6	29,4	62,9
14	0,22	1,5	7,7	29,8	30,1	65,8	0,6	1,2	7,6	31,7	30,1	65,8
15	0,29	1,4	7,5	29,9	28,8	60,3	0,62	1,4	7,6	31,6	28,8	60,3
16	0,34	1,2	7,6	29,9	30,3	68,9	0,75	1	7,5	31,7	30,3	68,9
17	0,28	1,3	7,7	29,9	30,1	67,6	0,59	1,3	7,6	31,7	30,1	67,6
18	0,29	1,6	7,7	29,8	30,4	69,3	0,69	1,4	7,7	31,7	30,4	69,3
19	0,29	1,5	7,7	29,8	29,9	69,4	0,75	1,5	7,7	31,7	29,9	69,4
20	0,3	1,6	7,6	29,9	29,6	64,3	0,6	1,6	7,6	31,9	29,6	64,3
21	0,24	1,4	7,7	29,8	30,1	67,5	0,62	1,4	7,7	31,7	29,9	68,8
22	0,28	1,7	7,5	29,9	30	63,3	0,68	1,3	7,4	31,8	30	63,3
23	0,29	1,3	7,6	29,9	31	56,1	0,7	1,2	7,6	31,6	31	56,1
24	0,25	1,3	7,7	29,7	29,7	49,5	0,67	1,5	7,7	31,6	30,7	49,5
25	0,29	1,3	7,6	29,9	30,9	58,7	0,68	1,2	7,6	31,5	32,9	58,7
26	0,25	1,5	7,7	29,9	30,8	50,7	0,59	1,5	7,7	31,7	30,8	50,7
27	0,28	1,3	7,6	29,8	31,2	49,8	0,7	1,4	7,7	31,6	31,2	49,8
28	0,29	1,5	7,7	29,8	30,3	60,4	0,64	1,4	7,6	31,6	30,3	60,4
29	0,32	1,5	7,7	29,8	30,9	65,8	0,7	1,2	7,7	31,6	30,9	65,8
30	0,34	1,2	7,6	29,7	30,6	51,3	0,75	1,3	7,7	31,4	30,6	51,3
31	0,23	1,3	7,7	29,7	30,8	69,3	0,62	1,2	7,7	31,7	30,8	69,3

Anexo 2: Carta Psicrométrica



## Anexo 3: Proposta fornecida para a aplicação de cobertura isotérmica de bolhas sobre o plano de água



**FLUIDRA Portugal**  
Rua Alfredo Silva, nº41  
2785-035 S. Domingos de Rana

Tel: +351 214 444 720  
Fax: +351 214 444 987  
comercial@astralpool.pt

Date / Data	20-Set-2010	
Company / Empresa		
To / Att	Andreia Carrinho	
Email	acarrinho@live.com.pt	Fax :
From / De	Rui Gonçalves	
Nº of pages / Nº de páginas	4	

V/ REF.ª:	0	
N/ REF.ª:	ED155RG_SE_VS10	

Exmos. Srs.

Na sequência da Vossa consulta ref.ª/ email em 2-Set-2010 , para a/o obra com a Vossa identificação : COBERTURA BOLHAS , vimos por este meio apresentar a nossa melhor proposta de preços **P.V.P.** , aos quais deverá ser acrescentado I.V.A. à taxa legal em vigor.

Este Orçamento é composto pelos seguintes elementos para os quais chamamos a Vossa atenção:

- √ 2. Lista de Preços
- √ 3.1. Condições Particulares de Venda
- √ 3.2. Condições Gerais de Venda

Sem outro assunto de momento, manifestamos a nossa total disponibilidade para quaisquer assuntos e/ou esclarecimentos necessários.

Com os nossos melhores cumprimentos,

Rui Gonçalves  
Técnico Comercial  
rgoncalves@astralpool.pt  
965 721 942



**2. Lista de Preços** Orçamento Ref.<sup>a</sup>: ED155RG\_SE\_VS10

Artigo	Descrição	Código	Qtd	Un	P.V.P. Preço Un	P.V.P. Preço Total
--------	-----------	--------	-----	----	--------------------	-----------------------

**1. Coberturas 12.5x25m**

Cobertura Bolhas 12.5x25						
COBERTURA DE BOLHAS LUXE AZUL/OURO	40837	A	312.50	m2	17.51 €	5 472.04 €
COB. AUT. MOD. ELEVADA MUNICIPAL TIPO BORNA KI	38734	D	1.00	un	14 743.92 €	14 743.92 €

Coberturas 12.5x25m 1. Total Parcial 20 215.96 €

**Cobertura 12.5x10m**

COBERTURA DE BOLHAS LUXE AZUL/OURO	40837	A	125.00	m2	17.51 €	2 188.82 €
COB. AUT. MOD. ELEVADA MUNICIPAL TIPO BORNA KI	38734	D	1.00	un	14 743.92 €	14 743.92 €

€ Cobertura 12.5x10m Total Parcial 16 932.74

**Total Orçamento Preços P.V.P. 37 148.69 €**

**3. Condições Comerciais de Fornecimento**

**3.1. Condições Particulares de Venda**

3.1.1. Os preços indicados na Lista de Preços são : **P.V.P.** e sem I.V.A.

3.1.2. O prazo de validade da presente proposta são **30** dias

3.1.3. Os prazos de entrega para os diferentes tipos de equipamentos são:

Coberturas **4 semanas**

3.4. Condições de pagamento, são : **0** dias.

*Para empresas que ainda não são clientes Fluidra Portugal, dever-se-á seguir os procedimentos normais para a abertura de ficha de cliente.*

3.5. Resumo de Preços Valor Orçamentado

3.5.1. Coberturas 12.5x25m 20 215.96 €  
3.5.2. Cobertura 12.5x10m 16 932.74 €

**Total Orçamentado (valores P.V.P.): 37.148.69 €**

XXX

**Anexo 4: Dados Financeiros associados à aplicação da cobertura isotérmica sobre o plano de água - condição a).**

Anos		Custo do Investimento (€)	Poupança anual de energia eléctrica (kW.h)	Custo por kW.h de energia eléctrica (€)	Poupança anual de energia eléctrica (€)	Poupança anual de energia térmica (gás natural)(kW.h)	Custo por kW.h de gás natural (€)	Poupança anual de energia térmica (gás natural) (€)	Custo de manutenção anual (€)	Seguro anual da cobertura (€)	Amortizações do exercício (€)	Free Cash-Flow anual (€)	Factor de actualização (€)	Free Cash-Flow Actualizado (€)	VAL (€)	TIR (%)	FCF Actualizado Acumulado (€)	Pay-Back (anos)
0	2010	-37148,6	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0,0	-37149	1,00	-37149	82.139,15	73,53	-37149	1,42
1	2011		129712	0,0837	10856,89	263385,44	0,0500	13169,27	544,5	2228,9	7429,7	28682	1,08	26654			-10495	
2	2012		129712	0,0854	11074,03	263385,44	0,0510	13432,66	555,4	2228,9	7429,7	29152	1,16	25175			14680	
3	2013		129712	0,0871	11295,51	263385,44	0,0520	13701,31	566,5	2228,9	7429,7	29631	1,25	23779			38459	
4	2014		129712	0,0888	11521,42	263385,44	0,0531	13975,34	577,8	2228,9	7429,7	30120	1,34	22462			60921	
5	2015		129712	0,0906	11751,85	263385,44	0,0541	14254,84	589,4	2228,9	7429,7	30618	1,44	21219			82139	

**Anexo 5: Dados Financeiros associados à aplicação da cobertura isotérmica sobre o plano de água - condição b).**

Anos		Custo do Investimento (€)	Poupança anual de energia eléctrica (kW.h)	Custo por kW.h de energia eléctrica (€)	Poupança anual de energia eléctrica (€)	Poupança anual de energia térmica (gás natural)(kW.h)	Custo por kW.h de gás natural (€)	Poupança anual de energia térmica (gás natural) (€)	Custo de manutenção anual (€)	Seguro anual da cobertura (€)	Amortizações do exercício (€)	Free Cash-Flow anual (€)	Factor de actualização (€)	Free Cash-Flow Actualizado (€)	VAL (€)	TIR (%)	FCF Actualizado Acumulado (€)	Pay-Back (anos)
0	2010	-37148,6	0	0	0	0	0	0,0	0	0,0	0,0	-37149	1,00	-37149	80.750,75	73	-37149	1,43
1	2011		129712	0,0837	10856,89	256752,8	0,0500	12837,6	544,5	2228,9	7429,7	28351	1,08	26346			-10803	
2	2012		129712	0,0854	11074,03	256752,8	0,0510	13094,4	555,4	2228,9	7429,7	28814	1,16	24883			14080	
3	2013		129712	0,0871	11295,51	256752,8	0,0520	13356,3	566,5	2228,9	7429,7	29286	1,25	23502			37582	
4	2014		129712	0,0888	11521,42	256752,8	0,0531	13623,4	577,8	2228,9	7429,7	29768	1,34	22199			59781	
5	2015		129712	0,0906	11751,85	256752,8	0,0541	13895,9	589,4	2228,9	7429,7	30259	1,44	20970			80751	



**Anexo 6: Dados Financeiros associados à aplicação da cobertura isotérmica sobre o plano de água - condição c).**

Anos		Custo do Investimento (€)	Poupança anual de energia eléctrica (kW.h)	Custo por kW.h de energia eléctrica (€)	Poupança anual de energia eléctrica (€)	Poupança anual de energia térmica (gás natural)(kW.h)	Custo por kW.h de gás natural (€)	Poupança anual de energia térmica (gás natural) (€)	Custo de manutenção anual (€)	Seguro anual da cobertura (€)	Amortizações do exercício (€)	Free Cash-Flow anual (€)	Factor de actualização (€)	Free Cash-Flow Actualizado (€)	VAL (€)	TIR (%)	FCF Actualizado Acumulado (€)	Pay-Back (anos)
0	2010	-37148,6	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0,0	-37149	1,00	-37149	76.765,90	70	-37149	1,41
1	2011		129712	0,0837	10856,89	237716,4	0,05	11885,82	544,5	2228,9	7429,7	27399	1,08	25461			-9750	
2	2012		129712	0,0854	11074,03	237716,4	0,0510	12123,54	555,4	2228,9	7429,7	27843	1,16	24044			18093	
3	2013		129712	0,0871	11295,51	237716,4	0,0520	12366,01	566,5	2228,9	7429,7	28296	1,25	22707			46389	
4	2014		129712	0,0888	11521,42	237716,4	0,0531	12613,33	577,8	2228,9	7429,7	28758	1,34	21446			75147	
5	2015		129712	0,0906	11751,85	237716,4	0,0541	12865,59	589,4	2228,9	7429,7	29229	1,44	20256			104376	