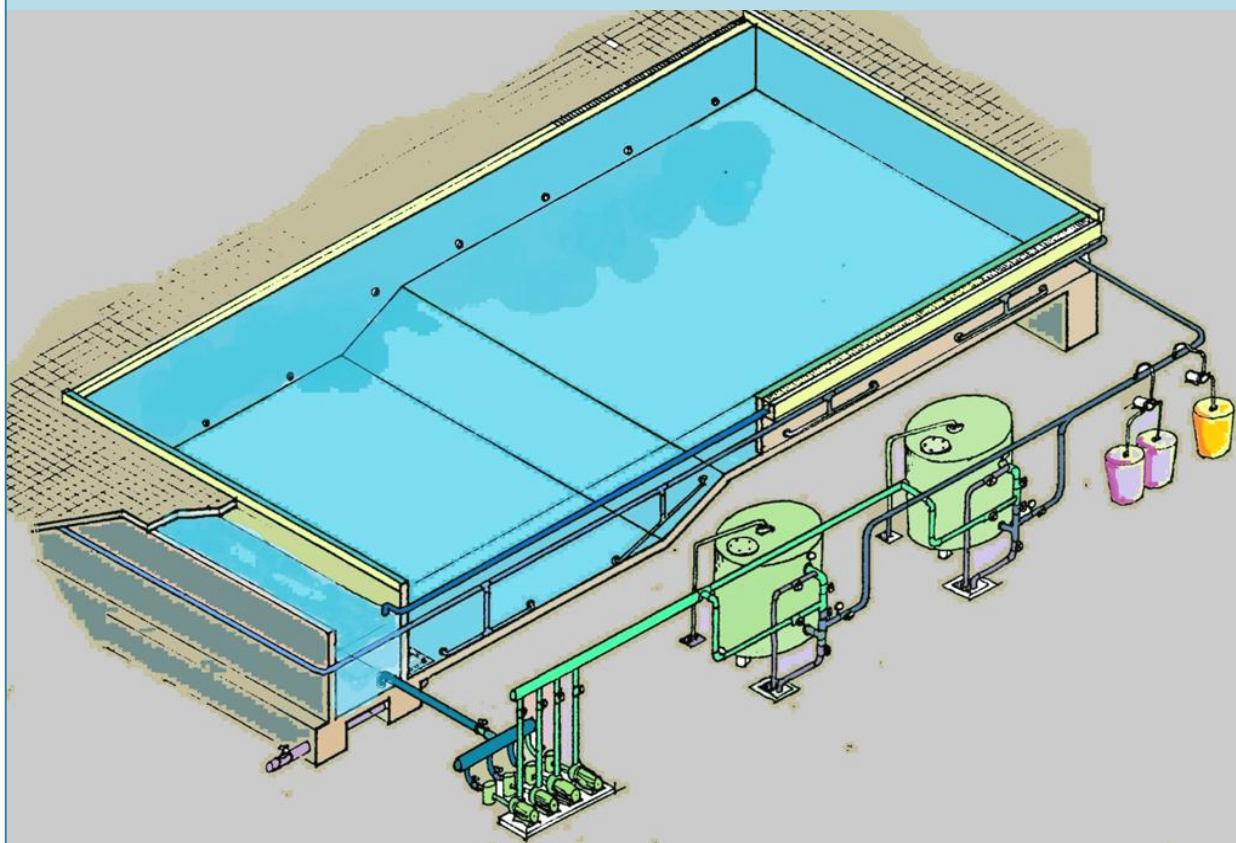


PISCINAS

Instalações de tratamento de água

A. Cabral Faria



Divisão de Infraestruturas Equipamentos Desportivos
Instituto Português do Desporto e Juventude, I. P.

Piscinas

Instalações de tratamento de água

Autor

A. Cabral Faria

Colaboraram

Carlos Nunes

João Augusto

Lisboa 2012

**Divisão de Infraestruturas e Equipamentos Desportivos
Instituto Português do Desporto e Juventude, I. P.**

Piscinas - Instalações de tratamento de água

ÍNDICE

Introdução	
Qualidade da água e condições sanitárias	2
Recomendações e normas de referência	2
As fontes de poluição	
Os banhistas como fontes de contaminação	4
A circulação da água	
Sistemas de hidráulica e circuitos de distribuição	5
Caleiras e tanque de compensação	9
A filtração	
Tipos e características dos filtros	10
Bombas de circulação	14
A desinfecção	16
O cloro e o bromo	17
O ozono	18
Ultravioletas	19
Controlo e regulação	21
Armazenamento de produtos químicos	23
Considerações finais	23
Anexo – Normas Europeias (Normas EN)	24
Legislação, normas e recomendações	25
Referências Bibliográficas	25

Piscinas - Instalações de tratamento de água

Introdução

Qualidade da água nas piscinas

Decorrendo das suas características tipológicas, as piscinas podem proporcionar uma variedade de utilizações que vão da aprendizagem, ao treino e à competição da natação e de outras disciplinas associadas, até aos usos ligados ao lazer e à simples manutenção da condição física, entre outros. Todas estas actividades têm em comum o facto de exigirem rigorosas condições de segurança sanitária, em cuja obtenção estão envolvidos processos delicados e equipamentos muito específicos que mais contribuem para a complexidade funcional das piscinas.

A razão de existência de qualquer piscina não pode dissociar-se da boa qualidade da água. No entanto, é frequente observarem-se sinais de precoce degradação e de má qualidade dos serviços disponibilizados que resultam, em grande parte, da pouca importância atribuída a esse factor - encarando as instalações de tratamento da água como acessórias - porque se trata da componente menos "visível" do empreendimento. Consequências semelhantes decorrem da tentação de redução dos custos de realização, à custa da diminuição das exigências de qualidade para os equipamentos e para os meios de exploração da instalação de tratamento de água.

As condições sanitárias nas piscinas dependem, em grande medida, da qualidade da água e esta constitui porventura, um dos aspectos mais facilmente controláveis da sua exploração. Apesar da complexidade e variedade de fenómenos que intervêm na qualidade da água nas piscinas, a evolução verificada e o actual estado dos conhecimentos nesse âmbito, permitem conceber e projectar instalações eficazes e tecnicamente equilibradas que, associadas a processos de exploração e de manutenção adequados, permitem a obtenção de resultados bastante satisfatórios e conformes com as normas e as boas práticas.

É com o foco centrado nas piscinas de uso público e no sentido de chamar a atenção para aspectos pertinentes e decisivos para a qualidade da água das piscinas, que se desenvolve o presente documento, que mais não pretende ser do que uma resenha técnica, de consulta acessível, formulada a partir da experiência dos autores e da extensa informação disponível sobre o assunto.

Recomendações e normas de referência

É para a eliminação das impurezas presentes na água das piscinas e assegurar a manutenção de condições de higiene e qualidade sanitária, que são previstas instalações de tratamento de água e estabelecidas as correspondentes medidas de acompanhamento, num processo integrado e centrado na conservação do equilíbrio entre a "contaminação" e a "purificação", dentro de padrões de exigência previamente fixados.

É comum designar as instalações de tratamento de água como “sistemas” e falar-se do processo como “cadeia” de tratamento. De facto, o tratamento de água de uma piscina comporta uma série de operações em cadeia, que correspondem cada uma à sua função específica. Da qualidade de execução de cada etapa e da lógica da sua integração em todo o processo, depende o resultado final: uma falha ou disfunção em qualquer elo da cadeia pode comprometer a eficácia de todo o tratamento.



Na ausência de regulamentação específica para as piscinas, desde 1993 que em Portugal se utilizam como referências para a fixação e controlo da qualidade da água nas piscinas de uso público, as recomendações emanadas do Conselho Nacional da Qualidade, estabelecidas através da Directiva CNQ n.º 23/93, dirigida à *Qualidade nas Piscinas de Uso Público*.

Embora destinadas às piscinas integradas em parques de diversões aquáticas também se recorre por vezes, às normas para a qualidade da água que constam do Decreto Regulamentar nº 5/97, de 31 de março, - Regulamento das Condições Técnicas e de Segurança dos Recintos com Diversões Aquáticas -, que pouco divergem da directiva referida.

(Nota: Com a transcrição e publicação da norma NP EN 15288, partes 1 e 2, sobre segurança nas piscinas, a Directiva CNQ 23/93 foi revogada, mantendo-se no entanto válidas as recomendações respeitantes ao tratamento de água, matéria que não é tratada naquela norma.)

Além daquelas, é recomendável a consulta de outras normas e directivas de referência, como as normas emitidas pelo CEN - Comité Europeu de Normalização (normas EN) e outras normas, sobretudo europeias, com origem em países com experiência acumulada no tratamento desta matéria, que se indicam no anexo e bibliografia.

De notar que as normas e recomendações, por princípio geral, indicam padrões mínimos de exigência para condições normais, quer em termos das fontes de alimentação, quer dos níveis de utilização previstos. Todavia, porque a qualidade final da água, além da poluição introduzida pelos banhistas e da eficácia do sistema de tratamento adoptado, depende também da qualidade geral da água de alimentação, o sistema de tratamento deve ser concebido “à medida”, isto é, em função das características físico-químicas da fonte de alimentação - em particular do equilíbrio calco-carbónico e do pH -, e das condições particulares (intensidade e controlo da higiene) de que se revista a utilização prevista.

As fontes de poluição da água

Os banhistas como fontes de contaminação

A água das piscinas é caracterizada por poder conter uma larga variedade de poluentes de natureza microbiológica e química introduzidos pelos banhistas, além de impurezas com origem no ambiente envolvente, que podem afectar seriamente a saúde dos utilizadores.

Com efeito, a água, em especial quando tépida ou quente como é o caso nas piscinas cobertas, constitui um meio propício ao desenvolvimento de uma imensa variedade de organismos, muitos deles reconhecidos germes que são vectores na transmissão de doenças. Independentemente do potencial e frequência de ocorrência, estes fenómenos comportam riscos que se situam no domínio da saúde pública, e as afecções resultantes embora sejam, felizmente e na sua grande maioria, benignas, podem constituir risco grave para a saúde dos indivíduos infectados.

De entre os vários factores que contribuem para a degradação da qualidade da água das piscinas, os banhistas constituem a principal fonte de contaminação e de propagação dos riscos de infecção.

Ao entrar na piscina e estabelecer contacto com a água através da pele e das cavidades mucosas, além da poluição microbiológica (bactérias, vírus, parasitas e fungos), os banhistas introduzem secreções fisiológicas (suor, urina, secreções naso-faríngeas...), cujas moléculas azotadas são muito reactivas e se combinam com os compostos halogenados utilizados no tratamento da água, produzindo cloraminas e outros compostos cloro-azotados que, além de irritantes para as mucosas e darem origem ao "cheiro a piscina", podem afectar as vias respiratórias dos utentes expostos.

Estes contributos poluentes podem quantificar-se em cerca de 0,8 g de azoto e de 0,6 a 1 g de carbono orgânico total (COT), por equivalente banhista (correspondente a um banho continuado de uma pessoa durante uma hora), em média, e em condições normais de saúde e higiene dos utentes. Calcula-se que cada banhista dissemina na água de uma piscina, em média, qualquer coisa como 2 gramas de ureia por hora, para além de fosfatos, amoníaco, ácido úrico, nitratos, cloretos, etc., que, se não constituem perigo directo, são substâncias extremamente nocivas pelo seu papel de suporte à multiplicação micróbica, ao mesmo tempo que protegem os microrganismos do ataque dos desinfectantes e se combinam com estes reduzindo a disponibilidade de desinfectante activo.

(Nota: em ensaios realizados em tanque sem recirculação, foi demonstrado que um banhista que tome duche e se lave previamente, produz cerca de 2 g de poluição, enquanto no caso oposto esse valor é da ordem de 5 a 7 g – i.e., 3 a 4 vezes a capacidade de "regeneração" de um bom sistema de tratamento de água).

Pode obter-se uma considerável redução da poluição introduzida pelos banhistas na água das piscinas, promovendo a sua boa conduta sanitária como parte essencial do processo.

Várias medidas são preconizadas nesse sentido, e que passam pela observância de estritas condições de higiene pessoal dos utentes como a obrigatoriedade de duche prévio com ensaboamento de todo o corpo e do próprio fato-de-banho, a utilização de lava-pés ou de rampas de aspersão de desinfectante, e a imposição do uso de toucas e de calçado apropriado para circulação nos balneários e nas zonas de cais.

A circulação da água

Sistemas de hidraulicidade e circuitos de distribuição

Nas abordagens ao tratamento de água nas piscinas, há a tendência para privilegiar a componente química (desinfecção) em detrimento da componente física (circulação hidráulica e filtração). No entanto, é cada vez mais evidente a importância que o cuidado e a qualidade postos nos componentes de tratamento físico têm para a obtenção de uma água de qualidade, com a vantagem adicional de envolver processos que são mais facilmente controláveis e que não introduzem efeitos nocivos sobre os banhistas e o ambiente.

Uma boa circulação da água no tanque da piscina, e entre este e a instalações de tratamento de água, permite alimentar a piscina com água tratada a um ritmo adaptado às suas características, e assegurar uma boa difusão do desinfectante com a conseqüente remoção rápida dos poluentes e dos germes evitando a sua multiplicação.

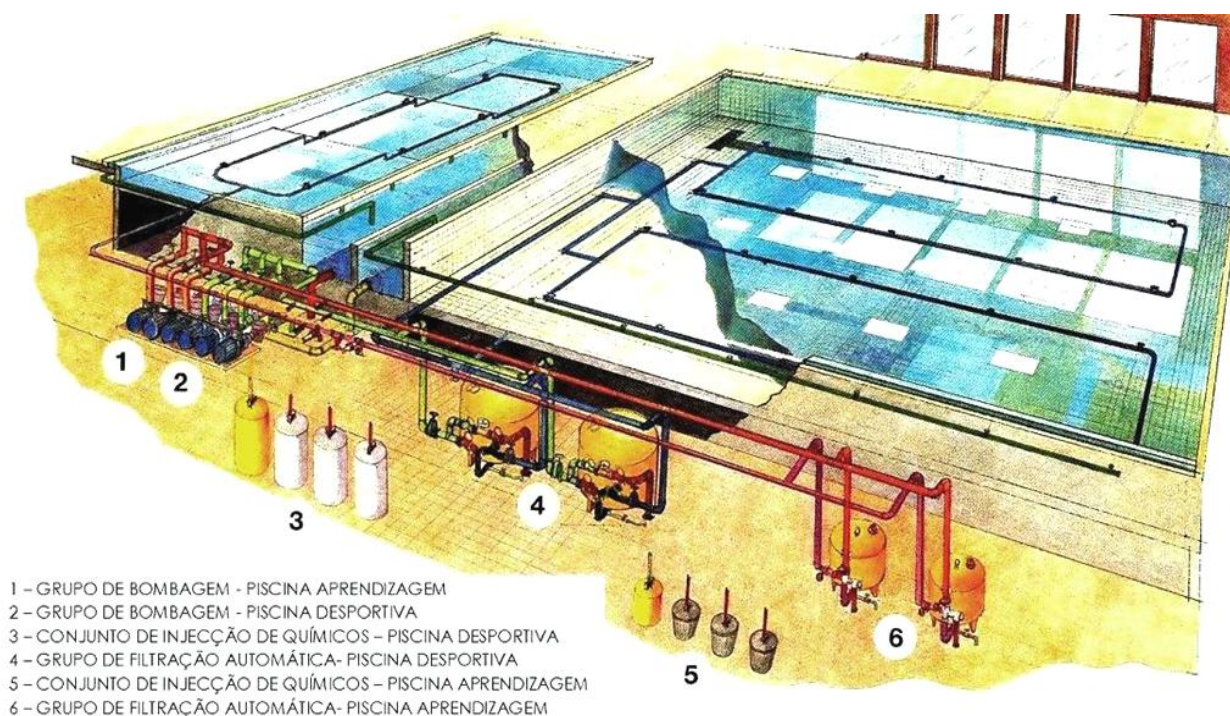


Fig. 1 – Perspetiva esquemática da instalação de tratamento de água de uma piscina

A Diretiva CNQ nº 23/93 recomenda valores mínimos para os caudais de recirculação, em função da relação volume/profundidade, da exposição ao ambiente atmosférico (coberta ou ar livre) e da ocupação específica - relação banhistas/por volume unitário, que depende do rendimento do sistema de tratamento que pode ser do tipo I ou tipo II:

Cálculo do **caudal de recirculação** mínimo a assegurar pela instalação de tratamento de água:

$$Q = \frac{V}{RH} \text{ (m}^3\text{/hora)}$$

em que: **V** = volume da piscina (capacidade do tanque) (m³)

H = profundidade média do tanque (m) = volume/superfície

R = fator de recirculação (horas/metro de profundidade)

O **fator de recirculação R** depende das condições de ocupação e de exposição dos tanques, e da eficácia do sistema de tratamento adotado, sendo igual a **R=k.f** em que **k** (fator de rendimento do sistema de tratamento) e **f** (fator de ocupação específica) podem tomar os seguintes valores:

k= 0,5 banhistas/m³, no **sistema de tratamento tipo I: floculação + filtração + desinfecção (cloro)**

k= 0,6 banhistas/m³, no **sistema de tratamento tipo II: floculação + filtração + ozonização + filtração em carvão ativado + desinfetante (cloro)**

f = 3 m².hora/banhista, em piscinas ao ar livre ou convertíveis

f = 4 m².hora/banhista, em piscinas cobertas

Decorrendo das expressões anteriores, o **período de recirculação** será dado por:

T=R.H (horas), com o máximo de 8 horas.

Decorre daquelas expressões que, o número de ciclos diários (número de renovações em cada 24 horas, é igual a **N=24/T**, (mínimo de 3 ciclos por dia no caso de piscinas de maiores profundidades como os tanques de saltos).

A diretiva indica também que, pelo menos 50% do caudal de recirculação assim obtido tem que ser coletado pela superfície, através de caleiras de transbordo que se devem desenvolver em pelo menos 2/3 da periferia do tanque.

A recolha da água pela superfície conduz a melhor qualidade ao permitir a evacuação rápida da poluição que se concentra na camada superficial e que é a mais importante e prejudicial ao processo de tratamento. Por essa razão, em piscinas de uso público, não mais se utilizam sistemas de hidraulicidade clássica ou (circulação em circuito fechado de "cima para baixo", com a entrada de água geralmente no topo menos profundo e a recolha por grelhas situadas na zona mais profunda), que têm sido substituídos pelos sistemas de hidraulicidade invertida ou de hidraulicidade mista.

Na hidraulicidade invertida, a totalidade da água em recirculação é recolhida pela superfície, através de caleiras ditas "de cais", do "tipo finlandesa" ou do "tipo Zurique", através das quais a água é conduzida directamente para tanques de compensação, sendo as grelhas de fundo reservadas a funções de esvaziamento da piscina, tratando-se portanto de um sistema em circuito aberto.

Apesar de alguns sanitaristas considerarem que o sistema misto é mais completo por permitir a eliminação da poluição de fundo, seja pela sua conceção mais complexa e a dificuldade em equilibrar os caudais de superfície e de fundo, a utilização de sistemas em hidráulica invertida é a solução mais comum nas piscinas de uso público em Portugal. (fig. 2)

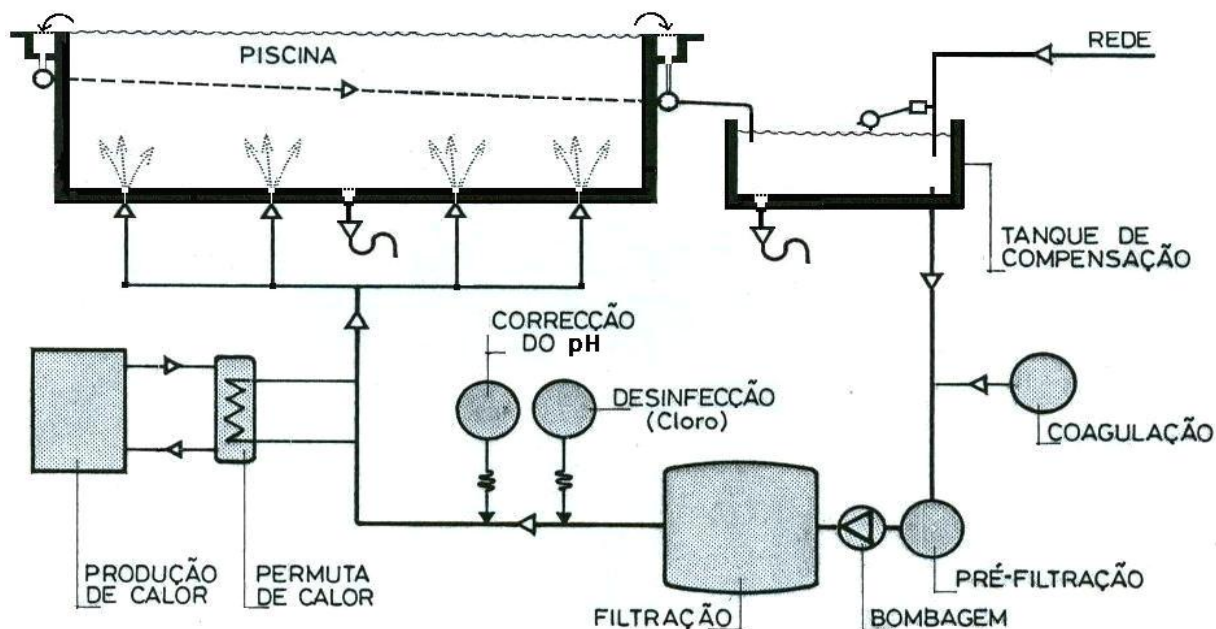


Fig. 2 – Esquema de instalação de tratamento com sistema de hidráulica invertida

O sistema em hidráulica mista é semelhante ao anterior mas uma parte do caudal – sempre inferior a 50% do total – é recolhida pelo fundo, por bombagem. A recolha superficial feita por meio de *skimmers* constitui uma variante deste sistema que, embora de uso generalizado em piscinas familiares, não é eficaz em piscinas de uso público, pelo que a diretiva CNQ só considera a sua utilização em piscinas com o máximo de 120 m² de plano de água.

O desenho da rede de circulação da água deve permitir a difusão da água tratada por todo o volume do tanque e evitar a criação de zonas mortas. (fig. 3)

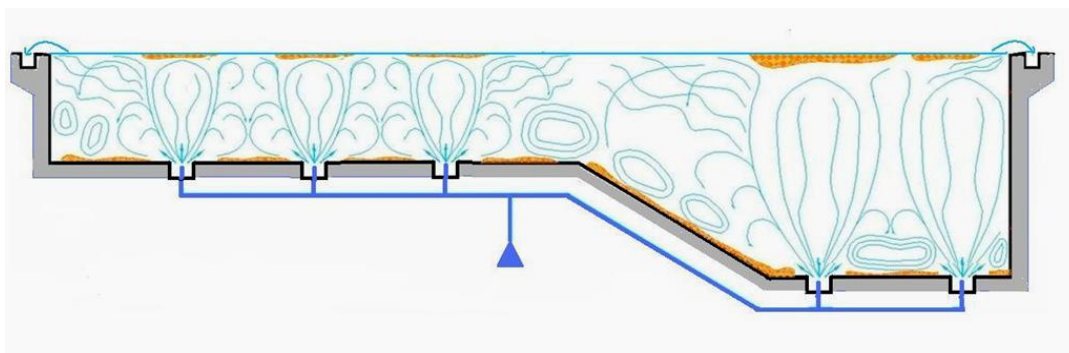


Fig. 3 – Modo típico de difusão da água tratada numa piscina com recirculação em hidráulica invertida e injectores instalados no fundo

De preferência, o circuito de distribuição da água tratada deve instalar-se sob a laje de soleira de fundo, em condições visitáveis, com os bicos de injeção repartidos pela sua superfície de modo que assegurem a difusão homogénea da água tratada por todo o volume. (fig. 4)

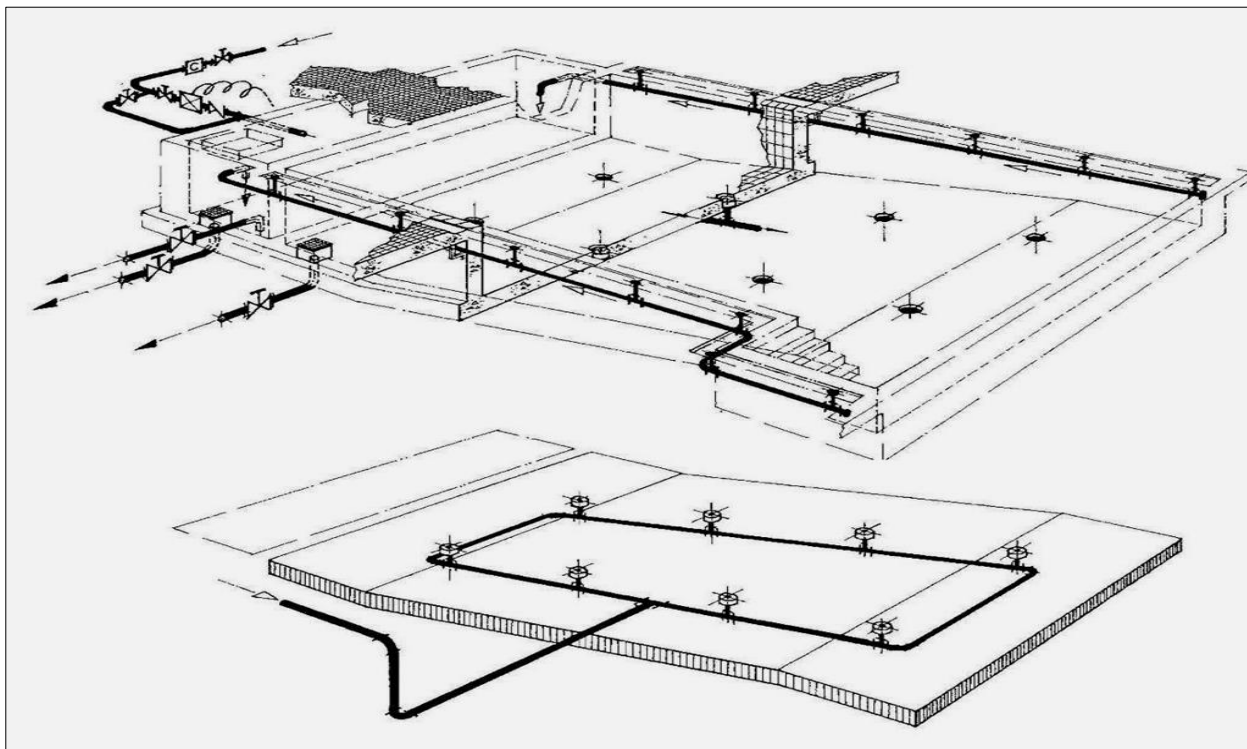


Fig. 4 – Circuito de distribuição da água pelo fundo em hidráulica invertida

Em piscinas de menores dimensões ou quando não seja possível instalar o circuito de distribuição na soleira de fundo, os bicos de injeção devem colocar-se nas paredes laterais do tanque, a cerca de 20 a 30 cm do fundo, com espaçamento que permita a distribuição uniforme dos respetivos caudais individuais (1 injetor por cada 25/30 m² de plano de água e velocidade de impulsão superior a 0,50 m/s). (fig. 5)



Fig. 5 – Circuito de distribuição da água tratada instalado nas paredes laterais da piscina

Caleiras e tanque de compensação

A caleira de transbordo superficial, para funcionar correctamente, deve possuir um perfil adaptado que permita "decantar" a película superficial da água recolhida onde se encontra concentrada a poluição mais importante. Para isso, a caleira deve ser desenhada e dimensionada para permitir o escoamento por gravidade a um nível inferior à superfície do plano de água: as caleiras "submersas" embora assegurem o trânsito da água, não permitem uma recolha eficaz da poluição flutuante (escuma), contrariando a sua contribuição efectiva para a performance do sistema de recirculação. (fig. 6)

A água recolhida em superfície nas caleiras pode escoar em queda por meio de sumidouros espaçados e ligados por ramais de descarga a condutas ou ser conduzida directamente pela caleira para o tanque de compensação.

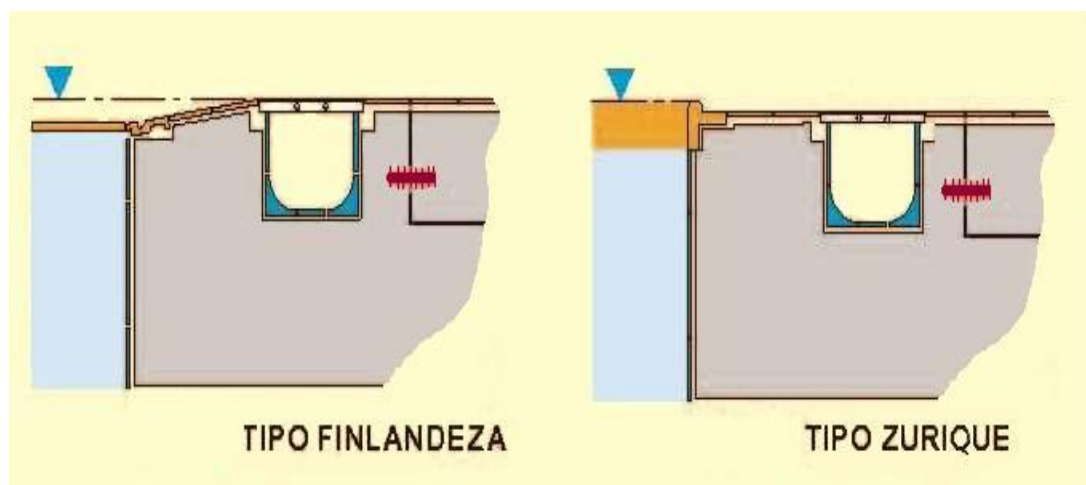


Fig. 6 – Bordaduras com caleira de cais para sistemas de hidráulica invertida

O tanque de compensação é um órgão indispensável para o bom funcionamento do sistema de recirculação de água: recebe a água recolhida à superfície pelas caleiras e evita que a água deslocada pela entrada de banhistas na piscina transborde e se perca nos esgotos. Além disso, funciona como tanque de desconexão da rede de alimentação, e deve comportar as reservas necessárias para a imediata reposição da água perdida nas lavagens dos filtros.

O tanque de compensação deve ser equipado com as sondas e os dispositivos que permitam o seu funcionamento automatizado, e dimensionado para um volume útil adequado às condições de funcionamento, mas não inferior a 80 litros por m² de plano de água da piscina, como recomenda a directiva.

Em instalações de grande dimensão, pode fazer-se a injeção dos reagentes para a floculação/coagulação directamente neste tanque, evitando a instalação de depósitos de grande volume para o efeito.

O tanque de compensação deve ser visitável para possibilitar operações de limpeza regulares e o controlo do funcionamento dos seus dispositivos.

Os requisitos construtivos para estes tanques devem ser semelhantes aos requeridos para a piscina/tanque de natação, nomeadamente ao nível dos revestimentos e das juntas, para facilitar a limpeza, evitar o desenvolvimento de fungos e a proliferação de germes. Importa também assegurar que os materiais de constituição dos órgãos hidráulicos e acessórios sejam resistentes à água e aos produtos químicos. (fig. 7)

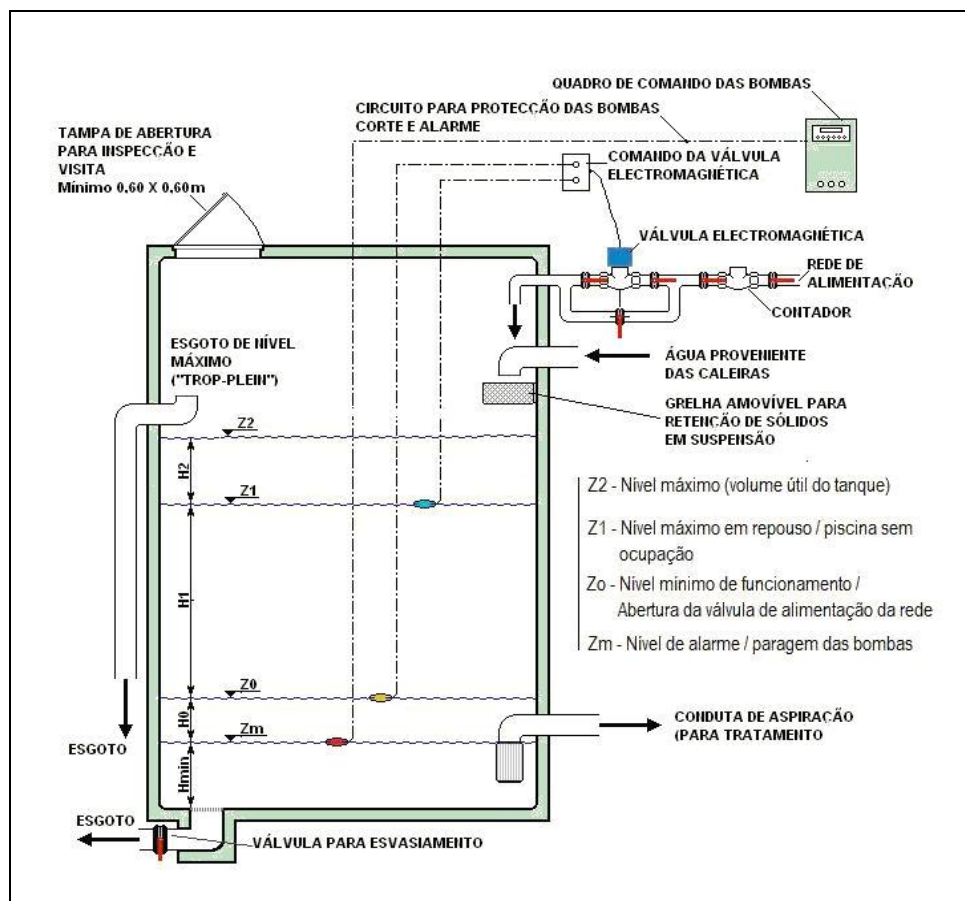


Fig. 7 – Tanque de compensação – constituição e disposição dos órgãos hidráulicos

A filtração

Tipos e características dos filtros

A finalidade da filtração é a eliminação das partículas em suspensão e reduzir a concentração da fração coloidal a níveis que permitam conservar a sua transparência, requisito que, além de ser de verificação obrigatória, permite melhorar a visibilidade do fundo da piscina e, por consequência, assegurar maior vigilância e condições de segurança. Esta operação contribui também, de forma decisiva, para aliviar e facilitar o ulterior processo de desinfecção.

Na filtração da água de piscinas de uso público, utilizam-se geralmente filtros fechados, sob pressão e com leito filtrante em material granular (areia ou misto de areia e antracite), embora se possam utilizar filtros de diatomites, e as normas contemplem ainda o recurso a filtros granulares abertos, em casos justificados.

Os filtros de diatomites proporcionam uma filtração de maior qualidade, dadas as propriedades do material filtrante constituído por um pó branco muito fino (partículas com diâmetro de 2 microns), obtido a partir de restos de "esqueletos" de algas fossilizadas, depois de purificados e calcinados. Dada a composição do material, a filtração com diatomites produz reacções alcalinas com a água e a formação de bicarbonatos de cálcio e de magnésio que conduzem ao aumento da dureza da água e à elevação do pH, pelo que a esses sistemas se ajusta melhor o uso do cloro molecular (cloro-gás) como desinfetante, que tende a baixar o pH.

Nos modelos de filtros de diatomites mais comuns, estas constituem uma "pré-camada" com cerca de 40 cm de altura que funciona como uma teia ultra fina onde são retidas as partículas microscópicas.

As diatomites perdem eficácia rapidamente e necessitam de ser substituídas com frequência - a cada lavagem - o que encarece e torna mais complexa a sua utilização, para além de exigir medidas de segurança suplementares no seu manuseamento. *(Nota: embora a legislação nacional nada refira a respeito, nos EUA e em vários países europeus são exigidos dispositivos de controlo para evitar o fugas ou despejos de diatomites nas redes de esgotos, às quais são prejudiciais, por risco de colmatagem das condutas.)*

Nos filtros de areia, os invólucros, em aço ou resina, são preenchidos com areia de alto teor de sílica, em camada com granulometria única ou em múltiplas camadas de granulometria variável. (fig. 8)

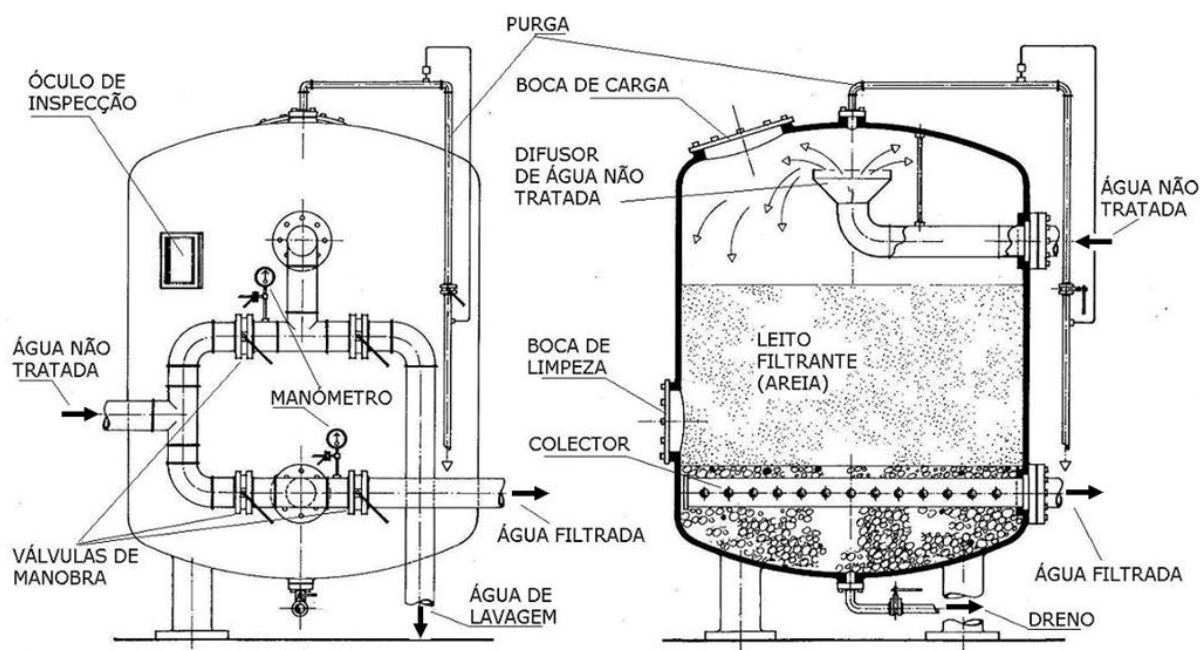


Fig. 8 - Filtro de areia vertical com recolha por coletor ramificado (em regime de filtração)

A água poluída entra no filtro pela parte superior e depois de atravessar a massa que constitui o leito filtrante, é recolhida na zona inferior, por meio de colectores perfurados (armados em espinha ou em disposição radial, a partir de um tronco principal) ou por "crepinas" (espécie de cápsulas ranhuradas) montadas numa placa de base - "radier" - sobre o fundo do filtro.

A Diretiva CNQ n.º 23/93 recomenda que os filtros a utilizar nas piscinas de uso público possuam, entre outras, as seguintes características:

Filtros de areia

Altura mínima do leito filtrante:

- 0.80 m para velocidades inferiores a 20 m/hora
- 1.20 m para velocidades de 20 a 30 m/hora, no máximo
(nota: o DR 5/97, de 31/03, exige apenas 1 m de altura)

Filtros mistos de areia e antracite

Altura mínima do leito filtrante:

- 0.80 m para velocidades inferiores a 40 m/hora
- A granulometria dos materiais de filtração deve ser ajustada às velocidades de filtração admitidas e às alturas das respectivas camadas filtrantes, com coeficiente de uniformidade inferior a 1,5.
- O teor de sílica (SiO_2), na areia utilizada, deverá ser superior a 98%. O máximo teor de cinzas na antracite é de 10%.
- Nas piscinas onde se utilize água do mar ou de outras proveniências, com elevados teores de sais dissolvidos, as velocidades de filtração atrás referidas, são reduzidas em 30%, ao menos.

A eficácia dos filtros granulares depende da altura do leito filtrante, e é recomendável que esta seja de 0,80 m pelo menos, sendo mais favoráveis alturas de 1 a 1,20 m.

A qualidade física da água depende da granulometria e da velocidade de passagem que nas piscinas de uso público é da ordem de 20 a 25 m/hora, podendo ser um pouco maior (até 40 m/h) nos filtros de areia-antracite.

Nos filtros monocamada, utilizam-se areias com diâmetro efectivo dos grãos de 0,4 a 0,7 mm e coeficiente de uniformidade inferior a 1,3.

Nos filtros mistos, cujo interesse reside na melhor permeabilidade da massa filtrante, o diâmetro efectivo dos grãos da camada superior (antracite), deve ter um valor duplo do adoptado para a camada inferior (areia), para melhor conservar a estratificação areia/antracite, e coeficientes de uniformidade inferiores a 1,3.

Nos filtração em leito de areia, as partículas devem poder penetrar na massa filtrante e ficar retidas no seu seio e não à superfície. Nestes filtros a utilização de floculantes é quase obrigatória e permite remediar a relativa pouca finura de filtração característica dos leitos filtrantes de areia (cerca de 40 a 100 microns). Nesta operação, por ação de agentes químicos que em reacção com a água formam precipitados gelatinosos, as partículas coloidais e os materiais mais finos em suspensão são aglutinadas em flocos maiores com dimensão suficiente para serem retidos nos interstícios da areia e removidos posteriormente na lavagem.

Os floculantes mais usados no tratamento de águas de piscinas são compostos à base de sais de alumínio - sulfato de alumínio, aluminato de sódio, policloreto de alumínio - que são injetados continuamente a montante dos filtros, por meio de bombas doseadoras, em soluções com concentrações (1 a 5% para o sulfato de alumínio) e dosagens que variam com o pH e a alcalinidade da água, e tendo em atenção que a utilização destes compostos tende a baixar o pH.

Após alguns ciclos, o aumento da massa de partículas poluentes retidas provoca a crescente obturação dos interstícios do leito filtrante (colmatagem), e o conseqüente aumento da perda de carga - que indica a perda de eficácia do filtro -, a que se deve seguir a sua lavagem, por inversão do circuito de passagem (contra-lavagem).

Para controlo das condições de funcionamento, cada filtro deve dispor de manómetros à entrada e à saída (ou um manómetro diferencial) para leitura da respectiva perda de carga, além de um caudalímetro que indique o caudal de passagem instantâneo.

É também recomendável que os filtros disponham de um visor - óculo de inspeção - montado na parte superior da parede do invólucro (imediatamente abaixo da virola), para permitir verificar o estado de expansão da areia durante as lavagens.

A característica essencial de um bom filtro é a capacidade para manter as suas qualidades após as operações de lavagem. A velocidade de contra lavagem deve permitir a expansão e uma boa descompressão do leito filtrante sem, no entanto, remover a areia para o esgoto. Uma expansão de cerca de 50% da altura da areia constitui um valor razoável, o que pode ser controlado visualmente se o filtro dispuser de um óculo de inspeção.

Nos filtros com sistema coletor de "crepinas", a lavagem pode efectuar-se a ar e água, com a descompressão da areia a ser efectuada pelo ar insuflado com auxílio de um compressor, o que permite reduzir o consumo de água e realizar economias a prazo que podem compensar o maior investimento inicial que esta solução requer.

A frequência das operações de lavagem, que deve quanto possível ser automatizada, varia com o grau de poluição introduzida na piscina, o que depende de variáveis ambientais (em especial nas piscinas ao ar livre, expostas a poeiras, pólenes e detritos vegetais), mas principalmente da natureza e intensidade da utilização.

Em condições normais de utilização, um filtro bem dimensionado e corretamente manobrado deve poder efectuar 20 a 30 ciclos entre lavagens sem maior esforço. Assim por exemplo, numa piscina em que o caudal de recirculação requerido determine um período de recirculação de 3 horas (8 ciclos por dia), deve lavar os seus filtros a intervalos de 3 a 4 dias ou, grosso modo, 2 vezes por semana.

A duração da operação de lavagem compõe-se de duas fases, em que a primeira consiste na contra-lavagem que, em condições normais ronda 4 a 6 minutos, seguida da fase de evacuação para esgoto das primeiras águas após lavagem (2 a 3 minutos), após a qual a água deve aparecer límpida, e só então se pode reiniciar o ciclo normal de filtração.

A operação de lavagem dos filtros, embora ainda realizada com critérios aleatórios, pode ser racionalizada, desde que as condutas do filtro possuam mangas transparentes para controlo visual da evolução da turvação.

É possível, e justificável sobretudo em grandes instalações, que o processo de lavagem dos filtros seja automatizado equipando os filtros com válvulas de manobra controladas por pressostatos e turbidímetros eletrónicos. (*fig. 9*)



Fig. 9 – Instalação de filtros de areia com funcionamento automático

O local de instalação dos filtros deve ter dimensões e condições que facilitem a realização das operações de manobra e manutenção dos equipamentos, designadamente um pé-direito adequado (deve permitir um homem sentado no topo, em operações de carga do filtro), franco espaço envolvente para as acções de visita do interior e esvaziamento, além de circulações internas e de acessos que permitam deslocar e remover os filtros e outros equipamentos para reparação ou substituição.

Recorda-se que, por exemplo um filtro típico de 1,40 m de diâmetro, contém mais de 4 toneladas de areia, e que esta deve ser substituída a cada 5 anos, em operações que podem envolver logísticas complicadas se os espaços de acesso e de trabalho não oferecerem condições adequadas.

Bombas de circulação

Para assegurar a circulação da água, impulsionando-a para vencer a resistência à passagem pelos filtros e pela rede de condutas do sistema recirculação e de distribuição, é necessário dispor de bombas hidráulicas ou, mais propriamente, de conjuntos (grupos) electro-bombas, que aspiram a água do tanque de compensação fazendo-a escoar no sentido do seu retorno à piscina, já tratada e desinfectada (eventualmente reaquecida).

As bombas, além da recirculação, têm que assegurar a lavagem dos filtros em contra-corrente e o esvaziamento da piscina (e eventualmente do tanque de compensação), pelo que podem trabalhar em diversos regimes, sem contar com a variação da perda de carga a que estão sujeitas ao longo de cada ciclo.

As bombas utilizadas no tratamento de água de piscinas - com excepção das bombas doseadoras de reagentes químicos, geralmente de membranas - são de tipo centrífugo (ou radial), e accionadas por um motor eléctrico acoplado que lhes transmite a velocidade de rotação.

As velocidades de rotação das bombas variam entre 1450 e 2900 r.p.m. Para os caudais em jogo nas piscinas públicas e os regimes de funcionamento contínuos, devem adoptar-se as de mais baixa rotação que, induzindo menores vibrações, têm maior duração e funcionamento mais silencioso. Já os motores devem ser alimentados em corrente trifásica e dispor de protecção conforme às normas (mínimo IP 44, melhor IP 55).

As bombas são definidas pelas suas curvas características determinadas em fábrica, que relacionam a variação dos caudais com as respectivas alturas manométricas, embora correntemente se "identifiquem" pela sua potência (em kW).

A potência resume, imperfeitamente diga-se, a sua capacidade de transporte (caudal ou volume de água por unidade de tempo), e a altura manométrica total (diferença de pressão entre a entrada e a saída da bomba).

Para a determinação da altura manométrica total, contam-se as perdas de carga ao longo do circuito (condutas, válvulas, filtros, curvas, permutadores, injectores,..) a que se soma a altura geométrica de elevação ou diferença de níveis entre o tanque de compensação e a piscina.

As bombas devem ser idênticas e em número igual ao número de filtros, acrescido de mais uma de reserva montadas em paralelo sobre o circuito, normalmente através de colectores (de aspiração e de impulsão) a que são ligadas por meio de flanges. A existência da bomba de reserva permite fazer descansar as bombas, alternadamente, para limpezas e reparações, sem afectar o fornecimento dos caudais requeridos, além de possibilitar reforçar o caudal necessário a uma boa expansão do leito filtrante durante a lavagem dos filtros. Para melhor gestão dos seus tempos de trabalho, é útil munir cada bomba de um contador das horas totais de funcionamento.

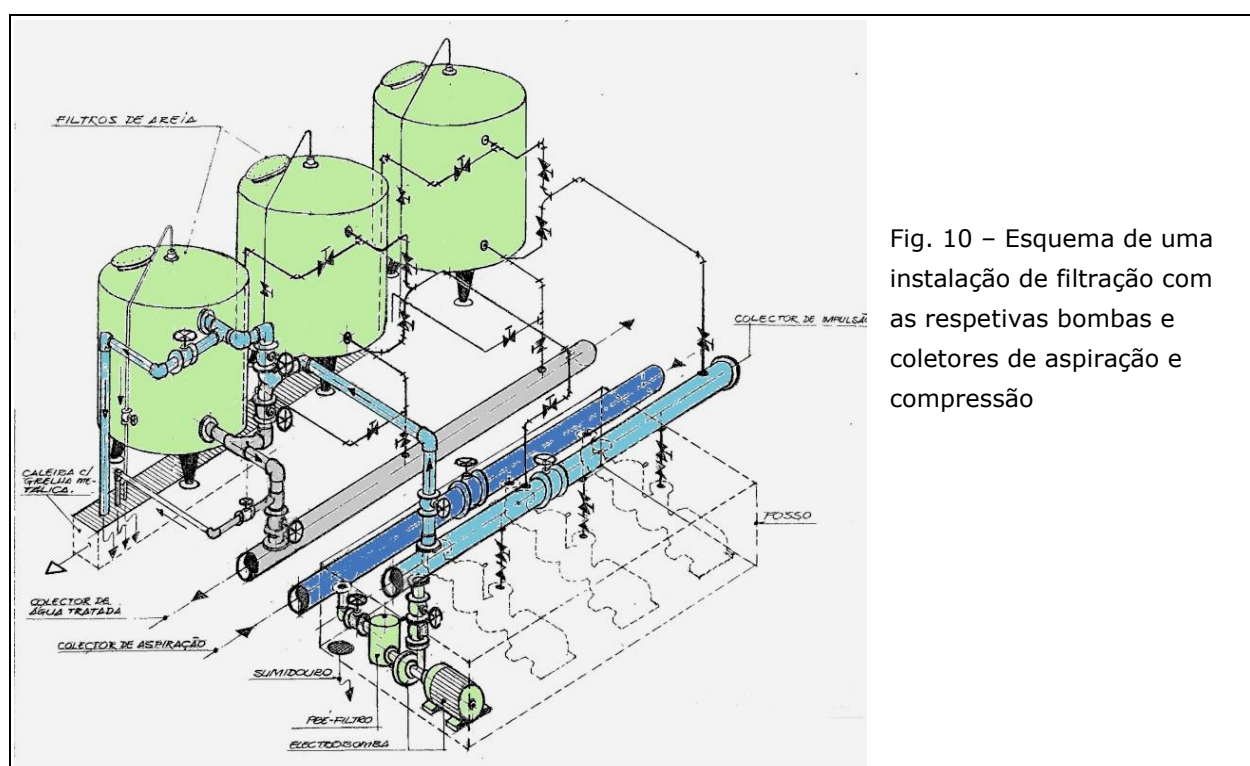


Fig. 10 - Esquema de uma instalação de filtração com as respectivas bombas e coletores de aspiração e compressão

Para os caudais requeridos em piscinas públicas não se utilizam bombas "auto-ferrantes". Para evitar a "desferragem", as bombas, devem ser instaladas "em carga", isto é, situadas a cota inferior à do plano de água do tanque de compensação (de onde aspiram) e da piscina (para esvaziamento).

Na escolha das bombas, importa ter presente que elas devem poder garantir:

- O funcionamento da instalação de tratamento, e os caudais de recirculação exigidos, 24 sobre 24 horas;
- Que o caudal em cada filtro não varie mais do que 30 % ao longo de um ciclo;
- Um rendimento não inferior a 65%, excepto em períodos de lavagem

As eletrobombas são protegidas por pré-filtros, isto é, de dispositivos munidos de cestos retentores que impedem a passagem de gravilhas e elementos duros (botões, anéis, brincos, ...) que podem danificar os rotores de impulsão.

A desinfeção

De acordo com as recomendações da Diretiva CNQ n.º 23/93 e da OMS (Organização Mundial de Saúde), a água das piscinas deverá ser *filtrada, desinfetada e possuir poder desinfetante residual*. Tal significa que a água de uma piscina, além da sua condição de desinfetada e perfeitamente transparente (ausência de matérias em suspensão), deve conter, em permanência, um agente germicida potencial (integrando uma substância activa autorizada), capaz de destruir o mais rapidamente possível, os germes continuamente introduzidos pelos banhistas.

A desinfeção diz respeito à fase do processo de tratamento da água que se tem por objecto a destruição dos microrganismos – bactérias, vírus, algas, fungos e protozoários - que abundam no meio ambiente natural e se desenvolvem facilmente nas condições presentes nas piscinas.

A desinfeção da água das piscinas significa no essencial, o seguinte:

- Manter a água livre de germes potencialmente patogénicos
- Evitar o desenvolvimento de algas
- Assegurar que a água não é tóxica nem irritante para os banhistas
- Prevenir a formação de sabores e cheiros indesejáveis

Nas piscinas de uso público, a escolha do sistema de desinfeção é, de certo modo, limitada pelas normas e pela legislação aplicável aos produtos autorizados existentes no mercado, mas o espectro de soluções é, ainda assim, bastante lato para que seja fácil perceber as diferenças entre elas e permitir tomar as opções mais adequadas a cada caso.

Os critérios para a escolha do sistema de desinfeção são múltiplos e envolvem:

- Eficácia: poder oxidante e capacidade de inactivação rápida e efectiva dos microrganismos patogénicos
- Facilidade de utilização: possibilidade de medição rápida da concentração do desinfetante em linha e controlo automático da dosagem
- Custo: equipamentos acessíveis e testes analíticos simples e baratos

- Segurança: mínimo risco de efeitos nocivos para a saúde humana; fácil armazenagem e manuseamento com riscos mínimos para os operadores

Como princípio de base, deve escolher-se a solução ou o produto desinfectante que requeira a menor intervenção possível na água, de modo a que a instalação de desinfecção não exija que o responsável seja uma espécie de experimentador químico, o que tornaria impraticável a gestão. Por fim, importa que a escolha da solução não se faça sem o conhecimento prévio das características da água de alimentação.

O cloro e o bromo

O cloro e o bromo pertencem à família química dos halogéneos e actuam de forma semelhante como desinfectantes. O cloro, sobretudo na forma de hipoclorito de sódio, é um clássico das piscinas e tem provas dadas ao longo de mais de um século de utilização.

O bromo é pouco utilizado em Portugal, sendo usado principalmente nas piscinas com dispositivos produtores de “águas borbulhantes” e nos *jacuzzis*. O bromo é instável sob a acção da radiação ultravioleta solar, perdendo as suas propriedades, pelo que não se adequa à utilização em piscinas ao ar livre.

Actualmente, o bromo é apenas disponibilizado sob a forma de sais que são activados pela dissolução na água e a adição separada de um oxidante. A forma mais comum é um composto orgânico que combina o bromo com moléculas de cloro e de dimetil-hidantoína, formando o **bromoclorodimetil-hidantoína** ou **BCDMH**, disponível em pastilhas ou tabletes. Quando o BCDMH entra em contacto com a água, libertam-se moléculas de cloro e bromo elementar, e os ácidos hipobromoso e hipocloroso que são os agentes da desinfecção, num processo semelhante ao da acção do hipoclorito de sódio.

A acção do bromo é eficiente em condições de pH elevado e tem a vantagem de, em contacto com a matéria orgânica, produzir compostos azotados (bromaminas) que não são irritantes para as mucosas ao contrário das cloraminas. O fraco poder oxidante do bromo e o seu custo mais elevado relativamente aos produtos de base clorada tornam-no solução pouco atrativa para utilização em piscinas públicas.

A forma mais comum de cloro usado nas piscinas, o hipoclorito de sódio (NaOCl), apresenta-se na forma de um líquido de cor amarela pálida, com o característico cheiro da lixívia comum, de que é aliás, o constituinte activo. O produto comercial utilizado nas piscinas apresenta concentrações de 10 a 15% de cloro, o que é bastante mais do que contém o produto para uso doméstico.

A reacção do cloro sobre a matéria orgânica produz um consumo de cloro estimado em 7 g/equivalente banhista, por hora, valor que atinge cerca de 10,5 g/equivalente banhista, ao fim do dia. O primeiro valor permite dimensionar os equipamentos de doseamento e injeção, enquanto o segundo serve para calcular os stocks de produto.

Mesmo em condições de armazenamento ideais – em contentores escuros e locais abrigados da luz e a baixas temperaturas -, o hipoclorito de sódio decompõe-se lentamente, com a libertação de oxigénio e a perda de cloro.

Nas piscinas ao livre, e para combater a degradação do desinfetante por efeito da radiação ultra-violeta solar, utilizam-se estabilizantes como o ácido isocianúrico, sob a forma de granulados ou de pastilhas, misturado com cloro. Os mais utilizados são o dicloroisocianurato de sódio (Di-cloro) e o ácido tricloroisocianúrico (Tri-cloro). Estes produtos limitam a formação de tricloraminas (cloreto de azoto em fase gasosa) razão porque também são muito utilizados em piscinas cobertas, porventura de forma excessiva.

A sua utilização permanente provoca aumento do teor de ácido isocianúrico para lá dos valores de segurança de 75 mg/litro referidos nas normas, pelo que se impõe um controlo apertado, tanto mais que o potencial germicida residual tende a baixar consideravelmente à medida que aumenta a concentração de ácido cianúrico na água.



Fig. 11 – Posto de preparação e de doseamento de desinfetante e do corretor de pH com bombas doseadoras automáticas

O hipoclorito de cálcio - $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ – constitui uma alternativa estável ao hipoclorito de sódio, apresentando-se sob a forma granular ou em pastilhas que contêm geralmente 65% de cloro, o que é bastante superior ao teor disponível no hipoclorito de sódio. O hipoclorito de cálcio é alcalino (pH 11 a 12), e provoca o aumento dos níveis de cálcio na água, tornando-o adequado para utilização em piscinas alimentadas por águas brandas onde contribui para satisfazer a carência química de cálcio.

Já quando se trate de águas duras, a utilização permanente deste desinfetante carece de vigilância pois há tendência à formação de depósitos de calcário nas paredes e juntas dos tanques, e há ainda o risco de calcificação dos filtros.

O ozono

O ozono (O_3) é o mais rápido desinfetante e mais poderoso agente oxidante utilizado no tratamento de água. Trata-se de um gás muito ativo que reage de imediato ao contacto com as bactérias e outros contaminantes e impurezas que se encontram na água.

O ozono é um gás instável que tende a retornar rapidamente à forma de oxigénio molecular, razão porque tem que ser produzido no local, por meio de geradores que utilizam ar ou oxigénio, imediatamente antes da sua introdução no sistema de circulação de água da piscina. As elevadas propriedades oxidantes do ozono permitem eliminar os cheiros e efeitos desagradáveis originados pelos subprodutos da desinfecção (cloraminas, dicloraminas, tricloraminas e THM's), através da destruição e remoção dos seus precursores presentes na urina, suor e outras secreções emitidas pelos banhistas.

A acção bactericida e virucida do ozono não tem paralelo: é centenas de vezes mais rápido que o cloro na eliminação de bactérias como a *E. Coli*, e mesmo organismos altamente infecciosos e resistentes ao cloro como a *Cryptosporidium*, podem ser destruídos em apenas um minuto, com uma dosagem de 3 mg/l de ozono.

A excepcional transparência e limpidez da água é outro dos benefícios resultantes do uso do ozono devido à sua acção como floculante, podendo tornar dispensável o recurso às operações de floculação convencionais, o que se traduz na redução das necessidades de lavagem dos filtros.

Sendo um gás muito tóxico, a parte remanescente que não é consumida na reacção deve ser removida da água antes da reentrada na piscina, por meio de um desozonizador, em geral utilizando um filtro de carvão ativado ou um sistema de irradiação por UV. Para se garantir um residual desinfetante que neutralize a eventual contaminação introduzida entre o circuito de alimentação da piscina e o retorno ao circuito de tratamento é necessário adicionar, a jusante do sistema, um desinfetante de cobertura, em geral de base clorada, mas em dosagem mínima de modo a manter um teor de cloro residual livre de 0,1 a 0,5 mg/l.

Apesar das suas vantagens em termos da superior qualidade da água que proporciona, devido aos elevados custos de instalação e ao alto consumo de energia necessário à produção do ozono, o uso do ozono é raro entre nós, ao contrário do que sucede no norte da Europa, nomeadamente na Suíça, Alemanha e Áustria, em que o ozono está presente em grande parte das piscinas públicas.

Ultravioletas (UV)

A utilização da radiação ultravioleta (UV) nos processos de tratamento de água de piscinas é relativamente recente, embora a sua capacidade para eliminar microrganismos seja reconhecida há décadas, quer no tratamento de águas para a indústria, quer na purificação de águas potáveis.

A luz ultravioleta é produzida em geradores próprios, fazendo passar um arco eléctrico através do gás inerte contido num tubo de quartzo que excita e vaporiza os minúsculos depósitos de mercúrio que revestem as paredes. A acção oxidante e germicida ocorre fazendo passar a água por uma câmara onde é irradiada com a luz emitida pela lâmpada de UV, na região de comprimentos de onda entre 240 e 280 nm, considerada a mais eficaz.

Nas piscinas, a acção dos UV é especialmente reconhecida por destruir as cloraminas e outros compostos indesejáveis como a ureia, por um processo físico conhecido por foto-oxidação.

Como este processo é independente da temperatura, a eficácia da acção sobre as cloraminas e os microrganismos é a mesma quer se trate de piscinas com água à temperatura ambiente, quer com água aquecida. Ao contrário dos desinfetantes cuja poder oxidante e germicida se deve à acção química das suas moléculas - como o ião hipoclorito ou o oxigénio radical libertado pelo ozono -, a acção dos UV é, na verdade, um processo físico.

A energia emitida pela luz em determinados comprimentos de onda desestabiliza, por efeito fotolítico, quer o núcleo das células dos microrganismos (desinfecção) impedindo a sua reprodução, quer as ligações dos compostos orgânicos que contêm azoto (oxidação), como as cloraminas e os trihalometanos (THM's), que são subprodutos indesejáveis no ambiente das piscinas.

A acção dos UV depende fortemente da turvação da água em circulação, pelo que a sua eficácia é mais reduzida em caso de águas com elevados teores de matérias em suspensão, exigindo uma maior frequência de limpeza das lâmpadas. Nalgumas situações pode ser necessário um pré-tratamento da água antes da sua passagem pela câmara de contacto UV.

Um inconveniente que porventura explica que não seja considerado um sistema de desinfecção autónomo nas normas internacionais de referência que se conhecem, - e o mesmo acontece com a Diretiva CNQ n.º 23/93 -, é a impossibilidade de medição do seu "consumo" ao momento e assim controlar a evolução do estado de contaminação, ao contrário dos desinfetantes convencionais que permitem leituras instantâneas dos consumos e o controlo das dosagens, com o conseqüente acompanhamento da evolução dos níveis de contaminação.

Os produtos e parâmetros de controlo da desinfecção da água das piscinas recomendados na Diretiva CNQ 23/93, em função dos sistemas de tratamento utilizados, resumem-se no quadro seguinte:

Sistemas de tratamento Tipo I (floculação + filtração + desinfecção (cloro))	
a) <u>Cloro e derivados</u> - Hipoclorito de sódio - Hipoclorito de cálcio - Cloro elementar (cloro gasoso) - Ácido tricloroisocianúrico - Dicloroisocianurato de sódio e de potássio	Teor de cloro livre - mínimo de 0,5 e máximo de 1,2 mg/l, p/ pH entre 6,9 e 7,4; - mínimo de 1,0 e máximo de 2,0 mg/l, p/ pH entre 7,5 e 8,0; Teor de cloro total - igual no máximo ao teor de cloro livre + 0,5 mg/litro; Teor de ácido isocianúrico - inferior ou igual a 75 mg/litro
b) <u>Bromo</u>	Teor de bromo - mínimo de 1 mg/l e máximo de 2 mg/l p/ pH entre 7,5 e 8,0;
Sistemas de tratamento Tipo II (floculação + filtração + ozonização + filtração em carvão ativado + desinfetante (cloro))	
A ozonização da água deve ser efetuada fora das piscinas, e de modo que nos circuitos de retorno e à entrada dos tanques, o residual de ozono (O ₃) seja inferior a 0.01 mg/l. Entre o ponto de injeção do ozono e o dispositivo de desozonização, deve dispor-se de um depósito de mistura e contato que permita manter o teor residual mínima de 0,4 mg/l de ozono durante 4 minutos. Para assegurar a capacidade desinfetante residual da água nos tanques, e após a desozonização, deverá ser injetado um desinfetante complementar à base de cloro, de modo a manter um teor de cloro residual (cloro livre ativo) mínimo de 0,01 e máximo de 0,03 mg/l, com o teor de cloro total máximo de 0,5 mg/l, para valores de pH entre 7,2 e 7,8.	

A ação dos UV é localizada, não mantendo efeito desinfetante residual, pelo que é necessário utilizá-lo em combinação com um desinfetante à base de cloro ou bromo, embora em doses inferiores às requeridas nos sistemas em que só se utilizam aqueles produtos.

Não sendo um sistema de desinfecção por si só, a utilização de instalações de UV é vantajosa sobretudo pela sua eficácia como redutor de cloraminas. Por essa razão vem sendo usado como complemento integrado nos sistemas de tratamento clássicos (tipo I), com desinfecção à base de cloro ou bromo, mas também em apoio de sistemas de ozonização (tipo II), em que atua como destruidor do excesso de ozono remanescente.

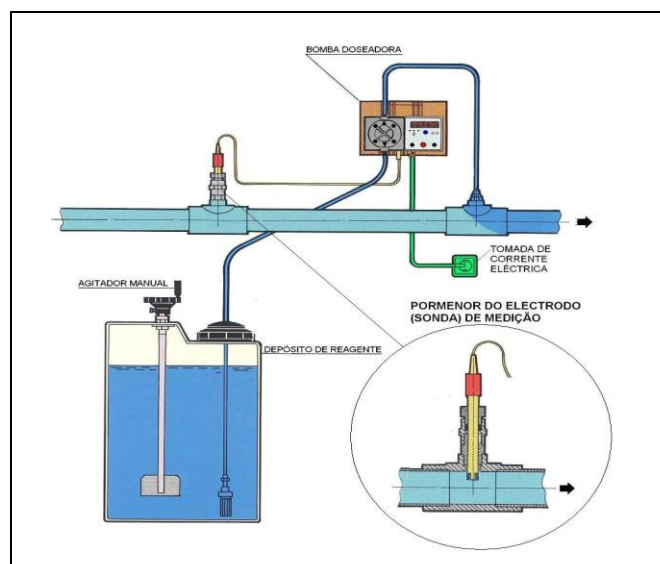
Controlo e regulação

Para conforto dos banhistas e para garantir a eficácia do tratamento, além do controlo da dosagem de desinfetante e do seu valor residual, é necessário controlar o valor do pH e mantê-lo dentro dos valores limites adequados ao tipo de desinfetante utilizado.

Para corrigir o pH quando o seu valor estiver alto, deve adicionar-se à água em circulação um produto alcalino, como o carbonato de sódio ou o bicarbonato de sódio. Para fazer baixar o pH, utiliza-se, em geral, o ácido clorídrico (ácido muriático) ou o sulfato ácido de sódio. Também se pode usar o gás carbónico na redução do pH, que embora mais caro, tem a vantagem de evitar a manipulação de ácidos e os acidentes que podem ocorrer quando se misturam ácidos com os hipocloritos.

A injeção de produtos químicos não se pode fazer directamente nos tanques das piscinas pelo que as instalações de tratamento devem dispor de sistemas para o doseamento e injeção das soluções nos circuitos das tubagens de recirculação. Os sistemas de doseamento de reagentes, constituídos por tanques para preparação das soluções e por bombas doseadoras reguláveis e de funcionamento automático, devem ser previstas e dimensionadas com as capacidades adequadas às necessidades da instalação e aos produtos utilizados.

Fig. 12 – Esquema de um posto de doseamento de produtos químicos automatizado



Os equipamentos de regulação da dosagem devem ser limpos e calibrados com frequência, especialmente quando sejam de funcionamento automático com leitura a partir de sondas munidas de elétrodos.

O controlo do estado da água das piscinas passa pela realização de análises aos seus parâmetros físico-químicos (transparência, pH, cloro residual livre e cloro combinado), pelo menos duas vezes ao dia e mais em períodos de afluência anormal.

As leituras dos registos encontrados permitem o acompanhamento da evolução das condições da água, bem como a deteção e presunção da existência de contaminação microbiana anormal, pela simples constatação da persistência de valores anómalos em algum daqueles parâmetros.

Contudo, o conhecimento exacto das condições microbiológicas existentes na água, só pode ser atingido por meio de análises microbiológicas - em regra só possíveis em laboratórios oficiais ou credenciados para o efeito.

Estas análises, em geral realizadas uma vez ao mês, embora com o inconveniente de darem resultados diferidos no tempo, e tal como as análises físico-químicas, limitadas à determinação dos parâmetros mais característicos, são fundamentais para completar o conhecimento sobre a eficiência do processo de tratamento e de desinfecção.

As análises microbiológicas, permitem verificar a ausência de contaminação fecal ou de outros germes patogénicos característicos, informação que é obtida por meio da pesquisa e contagem do número de germes-teste como o *Escherichia coli*, - um coliforme que vive nos intestinos dos animais de sangue quente e que não constitui um perigo por si só, mas cuja presença é um forte indicador da existência de contaminação fecal, a qual pode arrastar o desenvolvimento de outros germes patogénicos e perigosos para o homem.



Fig. 13 – Quadro de comando integrado do funcionamento das instalações de tratamento e de aquecimento de água e ambiente com registos digitais e leitura sinóptica

Armazenamento de produtos químicos

Os produtos químicos utilizados no tratamento da água devem ser armazenados em local ou compartimento afastado das restantes instalações de tratamento, individualmente acondicionados em contentores apropriados, assentes sobre tanques de recolha de fugas ou derrames e devidamente afastados para evitar acidentes, em especial a eventual mistura sais de cloro com ácidos, que produzem gases tóxicos.

Além disso, os contentores devem estar devidamente identificados com a designação do produto que contêm e a sinalização de segurança.

Os locais de armazenagem dos químicos devem constituir-se como áreas de acesso restrito apenas aos operadores responsáveis pela condução da instalação de tratamento, ser frescos e secos, com boa ventilação, mecânica de preferência, por meio de insufladores e extractores.

Devem ser afixadas de forma visível, instruções de segurança com destaque dos procedimentos de emergência, bem com as fichas de identificação com os cuidados de utilização e os riscos relativos a cada produto químico presente.

Considerações finais

Se cada um dos factores enumerados, contribui para conceber e manobrar correctamente as instalações de tratamento de água das piscinas, o resultado em termos de qualidade final da água depende, em última análise, dos responsáveis pela condução e funcionamento das instalações, que em conjunto com os gestores das actividades devem manter sob permanente vigilância, os potenciais factores que possam pôr em risco a qualidade sanitária do equipamento, organizando os meios e adoptando as medidas sanitárias que se imponham e que devem envolver todos os intervenientes na sua execução (banhistas, monitores, pessoal de apoio e manutenção).

Recorde-se por fim, que também releva das incumbências dos responsáveis, assegurar o eficaz cumprimento de todas as tarefas que estejam cometidas ao pessoal de apoio e manutenção.

Destas importa dar particular atenção aos aspectos que respeitam à correcta condução das instalações de tratamento e de desinfecção, à periódica limpeza e desinfecção dos pavimentos de cais, às operações de aspiração das paredes das piscinas, ao preenchimento, registo e afixação do número de frequentadores e dos parâmetros físico-químicos (temperatura, pH, cloro residual,...) relativos às condições da água, e finalmente, ao controlo e acompanhamento de todas as medidas e acções que estejam em marcha com o objectivo de eliminar os variados factores de risco que possam pôr em causa a qualidade sanitária da piscina.

Anexo – NORMAS EUROPEIAS (EN)

Normas EN (CEN/ TC 164) – Tratamento de Água de Piscinas		
Objecto / Âmbito	Norma	Título / Descrição
Produtos químicos p/ tratamento de água de piscinas – <i>Coagulantes à base de Alumínio</i>	EN 15031: 2006	<i>Chemical used for treatment of swimming pool water – Aluminium based coagulants</i>
Produtos químicos p/ tratamento de água de piscinas – <i>Ácido Tricloroisocianúrico</i>	EN 15032: 2006 + A1: 2008	<i>Chemical used for treatment of swimming pool water – Trichloroisocyanuric acid</i>
Produtos químicos p/ tratamento de água de piscinas – <i>Dicloroisocianurato de sódio anidro</i>	EN 15072: 2006 + A1: 2008	<i>Chemical used for treatment of swimming pool water – Sodium dichloroisocyanurate anhydrous</i>
Produtos químicos p/ tratamento de água de piscinas – <i>Ozono</i>	EN 15074: 2006	<i>Chemical used for treatment of swimming pool water – Ozone</i>
Produtos químicos p/ tratamento de água de piscinas – <i>Hidrogeno carbonato de sódio</i>	EN 15075: 2006	<i>Chemical used for treatment of swimming pool water – Sodium hydrogen carbonate</i>
Produtos químicos p/ tratamento de água de piscinas – <i>Hidróxido de sódio</i>	EN 15076: 2006	<i>Chemical used for treatment of swimming pool water – Sodium hydroxide</i>
Produtos químicos p/ tratamento de água de piscinas – <i>Hipoclorito de sódio</i>	EN 15077: 2006	<i>Chemical used for treatment of swimming pool water – Sodium hypochlorite</i>
Produtos químicos p/ tratamento de água de piscinas – <i>Ácido sulfúrico</i>	EN 15078: 2006	<i>Chemical used for treatment of swimming pool water – Sulphuric acid</i>
Produtos químicos p/ tratamento de água de piscinas – <i>Carbonato de sódio</i>	EN 15362: 2007	<i>Chemical used for treatment of swimming pool water – Sodium carbonate</i>
Produtos químicos p/ tratamento de água de piscinas – <i>Cloro</i>	EN 15363: 2007	<i>Chemical used for treatment of swimming pool water – Chlorine</i>
Produtos químicos p/ tratamento de água de piscinas – <i>Dióxido de carbono</i>	EN 15513: 2007	<i>Chemical used for treatment of swimming pool water – Carbon dioxide</i>
Produtos químicos p/ tratamento de água de piscinas – <i>Ácido clorídrico</i>	EN 15514: 2007	<i>Chemical used for treatment of swimming pool water – Hydrochloric acid</i>
Produtos químicos p/ tratamento de água de piscinas – <i>Hipoclorito de cálcio</i>	EN 15796: 2010	<i>Chemical used for treatment of swimming pool water – Calcium hypochlorite</i>
Produtos químicos p/ tratamento de água – <i>Coagulantes à base de Ferro</i>	EN 15797: 2010	<i>Chemical used for treatment of swimming pool water – Iron based coagulants</i>
Produtos p/ tratamento de água de piscinas – <i>Meios filtrantes</i>	EN 15798: 2010	<i>Products used for treatment of swimming pool water – Filter media</i>
Produtos p/ tratamento de água de piscinas – <i>Carvão activado em pó</i>	EN 15799: 2010	<i>Products used for treatment of swimming pool water – Powdered activated carbon</i>

Legislação, Normas e Recomendações

- Decreto Regulamentar n.º 5/97, de 31 de Março. Ministério do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território – Regulamento das condições técnicas e de segurança dos Recintos com Diversões Aquáticas
- Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território – Qualidade da água destinada a consumo humano
- Directiva CNQ nº 23/93 - A qualidade nas piscinas de uso público. Conselho Nacional da Qualidade (IPQ) – Maio 1993
- Guidelines for Safe Water Environments – Volume 2: Swimming Pools and Similar Environments - World Health Organization – 2006
- DIN 19605 - Design of fixed granular based filters for water treatment. Deutsch Institut für Normung – Berlin, 1995
- DIN 19643 - Treatment and disinfection of water used in bathing facilities
 - Part 1 – General requirements
 - Part 2 – Combined adsorption, coagulation, filtration and chlorination method
 - Part 3 – Combined coagulation, filtration, ozonization, adsorption filtration and chlorination method
 - Part 4 - Combined coagulation, filtration, ozonization, multi-layer filtration and chlorination method
 - Part 5 – Combined coagulation, filtration, adsorption and chlorination method
- Public Swimming Pool and Spa pool Guidelines - NSW – Department of Health – 1996
- NSF/ANSI 55 – Requirements for Ultra violet systems. Water Conditioning & Purification. Andrew, Rick, 2010
- Queensland Health - Swimming and Spa Pool - Water Quality and Operational Guidelines – 2004

Referências Bibliográficas

- Mémento Technique de L'Eau – Tomes 1 et 2 - Dégremont, Paris, 1989
- Igiene in Piscina. Pitzurra, M; Franceschini, S. - Editrice Il Campo – Bologna, 1992
- Les Piscines (mise à jour). Sport Étude Conseil – AFDES. Paris, 1986
- Swimming Pools – Guide to their Planning, Design and Operation – Gabrielsen, A. Council for National Cooperation in Aquatics – Indianapolis, IN, 1987
- El Agua en La Piscina – Tratamiento físico del agua y sistemas de circulación – Marrodin, Miguel. Barcelona, 1995
- Piscinas - Tratamento de águas e utilização de energia. Matos Beleza, V; Santos, R; Pinto, M. - Edições Politema, 2007
- Factores de risco sanitário nas piscinas – Introdução à prevenção de infecções. IND - Faria, A. Cabral., 2001
- Evolução do enquadramento normativo nas piscinas – Comunicação ao IV Encontro Saúde em Piscinas. Faria, A. Cabral, Lisboa, 2009
- Fichas Técnicas sobre Piscinas (várias) – IND – Faria, A. C.; Nunes, C., 1986-1992