

TURBIDEZ x ÁGUAS DE PISCINAS

1- Cor verdadeira e cor aparente (turbidez) e transparência da água

1.1- Cor verdadeira

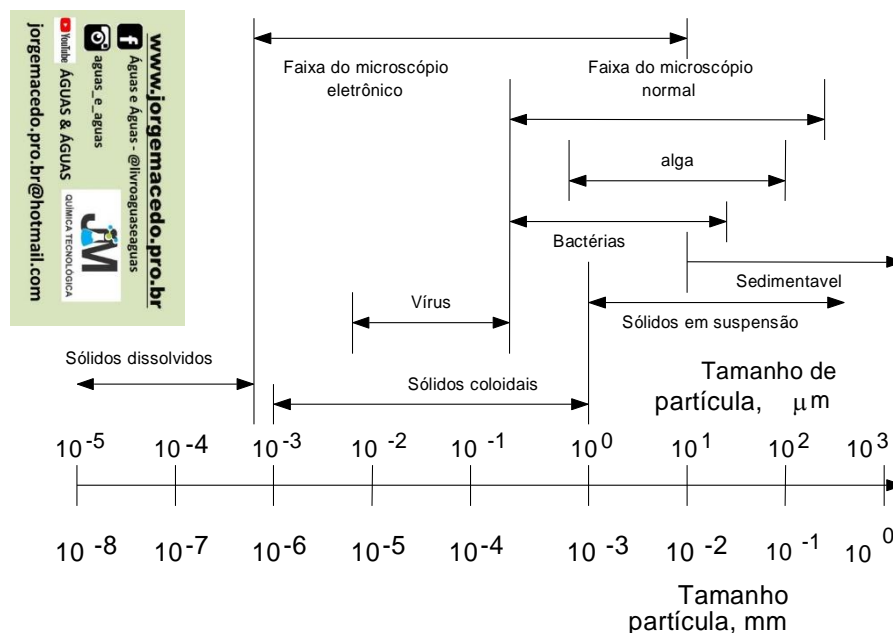
A cor da água é resultado principalmente dos processos de decomposição que ocorrem no meio ambiente. Por esse motivo, as águas superficiais estão mais sujeitas a ter cor do que as águas subterrâneas. Além disso, pode-se ter cor devido à presença de alguns íons metálicos como ferro e manganês, plâncton, macrófitas e despejos industriais (BRANCO, 1991). Em resumo, a cor é geralmente um indicador da presença de metais (exemplos, Fe, Mn), húmus (matéria orgânica oriunda da degradação de matéria de origem vegetal), plâncton (conjunto de plantas e animais microscópicos em suspensão nas águas) dentre outras substâncias dissolvidas na água.

O termo “cor” é usado para representar a cor verdadeira, que é a cor da água quando a turbidez for removida. O termo “cor aparente” inclui não somente as substâncias dissolvidas, mas também aquela que envolve a matéria orgânica suspensa. A cor é medida em uH, unidade de escala de Hanzen – platina/cobalto e a cor aparente em NTU - unidade nefelométrica de turbidez (APHA, 1998).

Águas superficiais podem parecer ter cor devido ao material em suspensão. Esta coloração é dita “aparente”, porque é como o ser humano a enxerga, mas é, na verdade, o resultado da reflexão e dispersão da luz nas partículas em suspensão, responsáveis pela turbidez.

A cor dita verdadeira ou real é causada por material dissolvido e colóides. As substâncias que mais frequentemente adicionam cor às águas naturais são os ácidos húmicos (BRANCO, 1991).

A diferenciação entre cor verdadeira e a cor aparente (turbidez) e, é dada pelo tamanho das partículas, pode-se generalizar que partículas com diâmetro superior a 1,2 µm, causam turbidez e com diâmetro inferior, já na classe dos colóides e substâncias dissolvidas, causam cor verdadeira (Figura 1).



Fonte: TCHOBANOGLIOUS, SCHOROEDER, 1987.

FIGURA 1- Tamanho das partículas na água.

2- A turbidez em águas de piscinas

Para confirmar a afirmação referente à diferença de termos com relação à “cor aparente” (turbidez), compare a avaliação das duas formas de cor pelo texto:

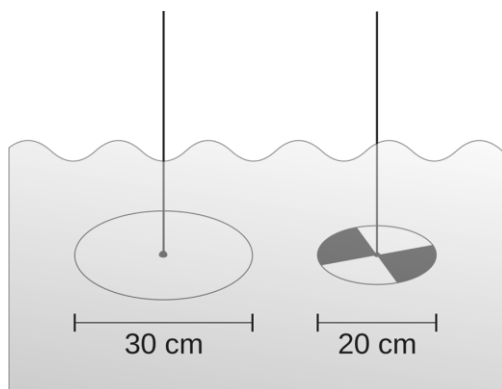
“A turbidez é determinada empregando-se equipamento específico, o turbidímetro. É importante que a amostra seja homogeneizada e a leitura, deve ser realizada o mais breve possível a fim de evitar a interferência da sedimentação das partículas. Para se determinar a cor verdadeira deve-se inicialmente preparar a amostra, filtrando-a em membrana de nitrato de celulose com poros de 0,45 μm de diâmetro. A leitura da cor é feita por espectrofotômetro no comprimento de onda de 455 nm. A centrifugação não é suficiente para remover a matéria em suspensão que causa a cor aparente” (DANIEL, BRANDÃO, GUIAMARÃES, et al., 2001).

A turbidez é uma característica física que indica as partículas (em suspensão ou coloidais) que impedem a passagem de luz pela água. As partículas podem ser de areia, restos de folha e até mesmo seres vivos como algas, protozoários e bactérias que além de turbidez, também podem causar à água cor, sabor e odor. A turbidez, portanto, pode ser entendida como a medida do espalhamento de luz que é produzido por essas partículas (MACEDO, 2019).

Em resumo, a turbidez é alteração da penetração da luz pelas partículas em suspensão, que provocam a sua difusão e absorção. Tais partículas em geral são constituídas por plâncton, bactérias, argilas, silte em suspensão, fontes de poluição que lançam material fino e outros. A palavra turbidez tem o mesmo significado de limpidez e transparência na área de piscinas. O aumento da turbidez reduz a zona eufótica, que é a zona de luz, nível que a luz penetra na água, onde a fotossíntese ainda é possível ocorrer (MACEDO, 2019).

2.1- O disco de Secchi

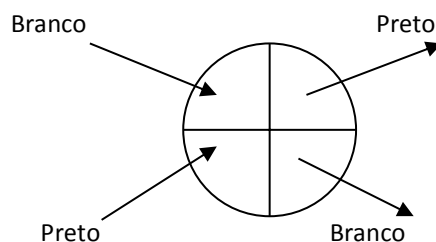
O disco de Secchi, criado em 1865 por Angelo Secchi, é um disco circular branco e liso de 30 cm de diâmetro usado para medir a transparência da água ou a turbidez em corpos de água. O disco é montado em um poste ou linha, é abaixado lentamente na vertical com a água. A profundidade em que o disco não é mais visível é referência como uma medida da transparência da água. Essa medida é conhecida como “Profundidade Secchi” e está relacionada à turbidez da água. Desde sua invenção, o disco também foi usado em um design preto e branco de 20 cm de diâmetro para medir a transparência da água doce (Figura 2) (MACEDO, 2019).



Fonte: MACEDO, 2019.

FIGURA 2- Disco de Secchi.

Para medir a transparência de um recurso hídrico utiliza-se o "disco de Secchi", que é constituído por um disco de 200 mm (20 cm) de diâmetro, com uma espessura que varia de 6,35 a 12,7 mm, dividido em quatro partes, pintado com as cores pretas e brancas (Figura 2) (TCHOBANOGLIOUS, SCHOROEDER, 1987).



Fonte: TCHOBANOGLIOUS, SCHOROEDER, 1987.

FIGURA 2- Disco de Secchi.

Deve-se mergulhar o disco na água, descendo na vertical, até que não seja mais possível enxergá-lo, que é denominada de "profundidade de Secchi". Neste nível de profundidade já se extinguiu 95% da luz que penetra na água. Admite-se que a chamada zona eufótica, como já citado, é a profundidade onde ainda é possível ocorrer a fotossíntese, corresponde aproximadamente a 2 a 3 vezes a profundidade de Secchi (BRANCO, 1991).

Logo, a leitura é obtida mergulhando o disco de Secchi até não ser possível vê-lo pela perpendicular, anota a profundidade e multiplica por dois. Por exemplo: se, ao afundarmos o disco de Secchi, ele se torna invisível com 50 cm é porque a luz está chegando até 100 cm (a luz desceu 50 cm até o disco e voltou mais 50 cm até atingir nossos olhos). Para piscicultura, a transparência ideal está em torno de 20-40 cm para engorda e 10-20 cm para alevinagem (SNATURAL, 2018).

2.2- Turbidez em piscinas e o disco de Secchi

Logicamente, o tratador de águas de piscinas não vai comprar um turbidímetro portátil ou vai recolher amostra da água da piscina e levar para um laboratório, se torna necessário uma metodologia que indique se o valor da turbidez é aceitável para águas de piscinas, com facilidade de uso na borda da piscina.

A turbidez indicada para águas de piscinas é de $\leq 0,5$ UNT (Unidade de Turbidez Nefelométrica) (WHO, 2006; ANSI/APSP, 2009), o Real Decreto 742/2013, (ESPANHA, 2013) indica que a turbidez em águas de piscinas deve ser menor que 5 UNF (ou UNT), quando os valores excederem 20 UNF, a piscina deverá encerrar as atividades até que o valor seja normalizado. A referência IPQ (2015) indica a turbidez menor que 6 UNT. A norma NBR 10339/2018 (ABNT, 2018) indica que a água da piscina deve possuir valores abaixo de 0,5 NTU, no decurso de até três vezes o tempo de filtração, para areia e outros meios filtrantes.

Na referência CANADA (2017) os limites de turbidez estão vinculados ao tipo de filtração:

- a) Filtragem convencional e direta: $\leq 0,3$ NTU (em pelo menos 95% das medições por ciclo de filtragem ou por mês, nunca exceder 1,0 NTU);
- b) filtração lenta de areia e terra diatomácea: $\leq 1,0$ NTU (em pelo menos 95% das medições por ciclo de filtragem ou por mês, nunca exceder 3,0 NTU);
- c) filtração por membrana $\leq 0,1$ NTU (em pelo menos 99% das medições por período de filtro operacional ou por mês. Medições superiores a 0,1 NTU por um período superior a 15 minutos de uma unidade de membrana individual devem desencadear imediatamente uma investigação da integridade da unidade de membrana).

No dia a dia de manutenção de uma piscina, pode-se avaliar a transparência/claridade da água, que vai indicar ao tratador uma referência quanto a turbidez da água.

Existem três métodos indicados para avaliar a transparência de águas de piscinas (MACEDO, 2019):

i- O método fácil e aceitável de determinar a transparência/claridade da água de uma piscina envolve o uso de um **disco Secchi que nessa aplicação tem 150 mm (0,15 m) de diâmetro**, faça a divisão do disco em quatro partes iguais, **pinte com as cores pretas e brancas** de modo alternado.

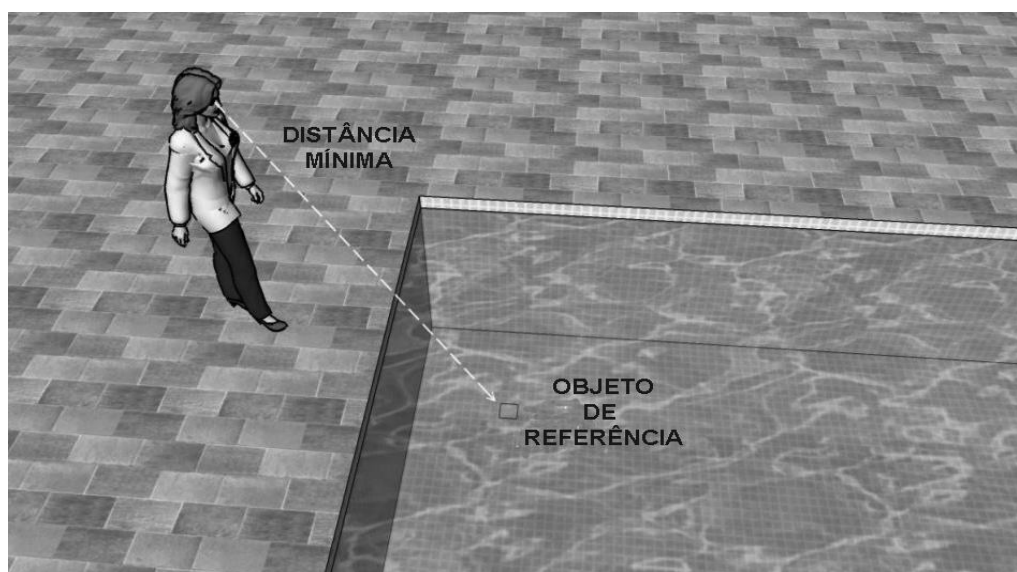
O disco deve ser colocado na parte interior da água da piscina, em seu ponto mais profundo, devendo ser **claramente visível de qualquer ponto da borda a 9 metros de distância do disco** (MERIGHE, 1990; Adaptado ANSI/APSP, 2009; CANADA, 2014; FLETMEYER, FLYNN, 2018; NOVAESCOTIA, 2014). Veja mais informações no Capítulo 7, **item 7.3- A transparência/turbidez da água da piscina e/ou a presença de algas no livro Piscina – Água & Tratamento & Química (MACEDO, 2019).**

Para avaliar a distância de observação use uma corda/fio de nylon de preferência na cor branca ou transparente, com 10 m de comprimento e a cada 1 m dê um nó para ter a indicação da distância que se consegue visualizar o disco de Secchi dentro do ponto de maior profundidade da piscina.

Como a visualização do disco de Secchi em piscinas não será na vertical, a corda/fio de nylon deve ser preso, **de preferência**, na lateral do disco o que impede que ele cruze em cima da parte preta e se torne mais visível em função do contraste de cor.

ii- Indica-se ainda que a água deva sempre passar no teste do disco preto, processo indicado em 1951 pela “*American Health Association*”. Esse teste consiste em **um disco preto medindo 150 milímetros (15 cm) de diâmetro dentro de um disco de fundo branco**. Esse disco é afixado no fundo da piscina no local mais profundo e deve ser claramente visível a partir de qualquer ponto no convés **a nove metros de distância do disco** (NOVASCOTIA, 2014; TORONTO, 2009; KOERTGE (1970) apud BELEZA, 2014).

iii- O “*National Swimming Pool Institute*” adaptou, em 1960, uma solução alternativa na qual um **disco 5 cm de diâmetro**, dividido **em quadrantes alternadamente em preto e vermelho** deve ser visto claramente **à distância de 4,5 m quando no ponto mais fundo**, dentro da água da piscina [KOERTGE (1970) apud BELEZA, 2014].



Fonte: NAKAMURA, PINTO, DIAS, et al., 2009.

FIGURA 3- Exemplo de avaliação de turbidez da água de uma piscina.

É importante ressaltar que a Normativa 23/93 CNQ (IPQ, 1993) indica a transparência deve ser visualmente controlada em modo contínuo e que, a partir de qualquer ponto da área da piscina a uma distância horizontal mínima de 10 m um disco de 5 cm de diâmetro, de cor negra, colocado na parte mais profunda do tanque seja perfeitamente visível.

A redução da turbidez se realiza pelo processo de sedimentação simples ou pelo processo de sedimentação com uso de coagulantes, também chamados de clarificantes e do auxiliar de filtração. No processo de sedimentação com coagulantes é acompanhado pela filtração. No processo de sedimentação simples o tempo que as partículas gastam para depositar inviabiliza o seu uso para retirada da turbidez de uma piscina.

É importante reafirmar que, deve-se distinguir entre **cor aparente** e **cor verdadeira**. No valor da cor aparente pode estar incluída uma parcela devida a turbidez da água. Quando esta é removida por centrifugação, **obtem-se a cor verdadeira** (SPERLING, 1996).

Apenas como informação as águas com **cor acima de 15 uC** (unidades de cor), podem ser detectadas em um copo d'água pela maioria dos consumidores; na água bruta a cor com valores <5 uC, geralmente dispensam coagulação química e valores menores que 25 uC usualmente requerem a coagulação seguida de filtração, e águas com cor elevada implicam em um cuidado operacional do tratamento. Com relação a turbidez as águas **com cor $\cong 10$ uT ligeira "nebulosidade"** pode ser notada em um copo d'água pela maioria das pessoas, **as águas com cor $\cong 500$ uT praticamente opaca**, a água bruta com valores de **cor inferiores a 20 uT usualmente dispensam coagulação química**; valores superiores a 50 uT usualmente requerem a coagulação química seguida por filtração (SPERLING, 1996).

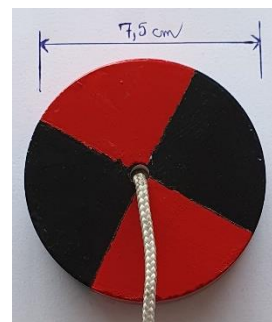
3- Como construir um disco de Secchi para avaliar a turbidez/claridade de águas de piscinas.

Pode-se utilizar qualquer material para fazer um disco, desde que, possua massa suficiente para afundar, por exemplo, podem ser metálicos ou de granito.

As imagens a seguir são de discos de granito provenientes do corte para preparo de pedra de granito para pias e/ou balcões que tenham cortes circulares para encaixar ralos de saídas de água ou de tubulações (Figura 4).

Os discos a serem utilizados o diâmetro pode variar **de 11 a 15 cm**, com espessura máxima de 20 mm (2 cm), para serem visualizados de uma distância que varia **de 9 a 10 m** quando colocados na parte mais funda da piscina.

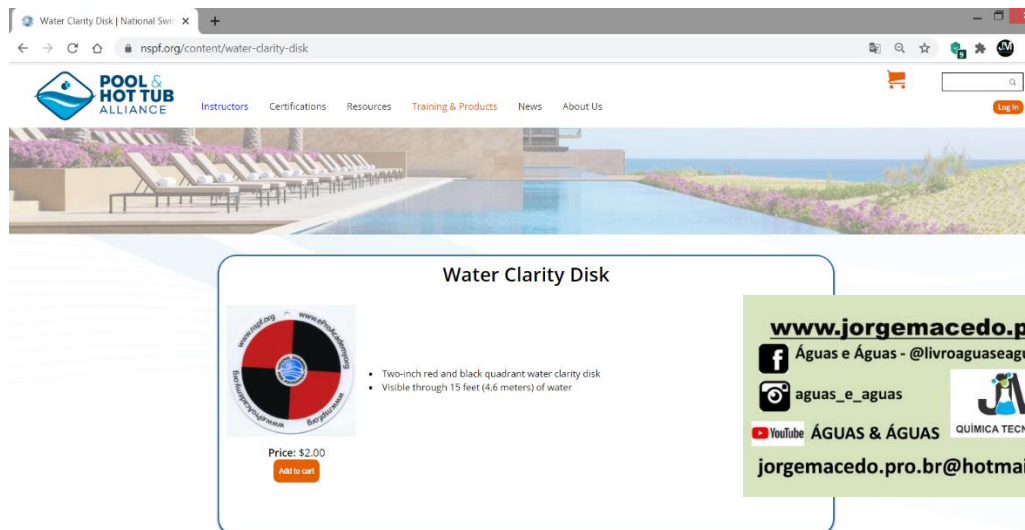
Para piscinas menores o diâmetro do disco indicado varia de **4 a 7,5 cm**, com espessura máxima de 20 mm (2 cm), para serem visualizados a uma distância de **4,5 a 5 m**.



Fonte: MACEDO, 2019.

Figura 4- Discos de granito para avaliação da turbidez/claridade de águas de piscinas.

A **Pool & Hot Tub Alliance (PHTA)**, formada em 2019, com a união da **Association of Pool & Spa Professionals (APSP)** (Associação de Profissionais de Piscina e Spa) e a **National Swimming Pool Foundation (NSPF)** (Fundação Nacional de Piscinas), continuam a vender a versão do disco de secchi para água de piscina, com ≈ 5 cm de diâmetro (parte vermelha e preta) serve para ser fixada no fundo piscina ou em material que possa afundar e deve ser visto a 4,6 m. O referido disco tem custo de US\$2, mas o custo de envio para o Brasil varia de US\$220-240.



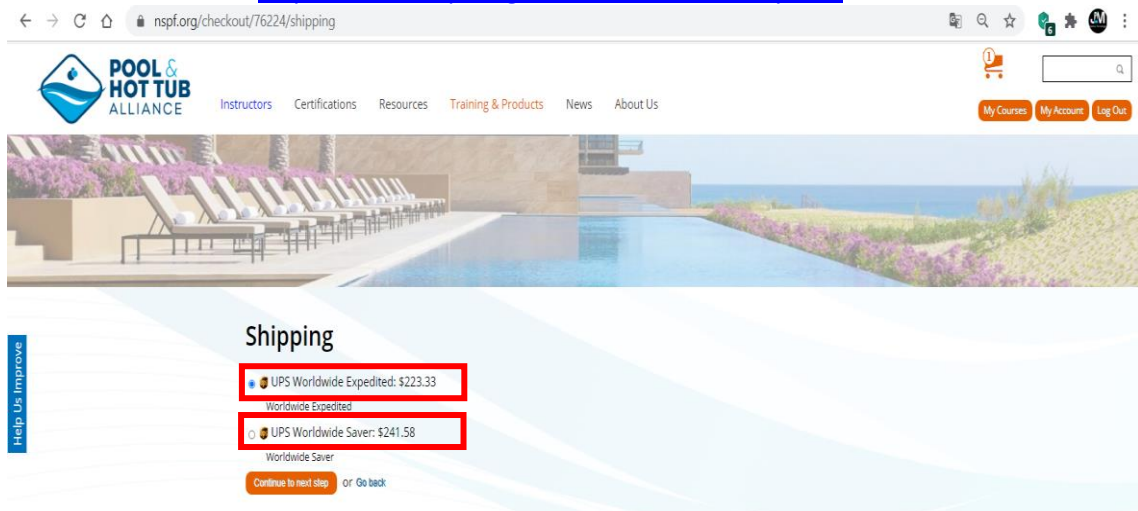
Water Clarity Disk

- Two-inch red and black quadrant water clarity disk
- Visible through 15 feet (4.6 meters) of water

Price: \$2.00
Add to cart

www.jorgemacedo.pro.br
f Águas e Águas - @livroaguaseaguas
aguardos_e_aguardos
YouTube ÁGUAS & ÁGUAS QUÍMICA TECNOLÓGICA
jorgemacedo.pro.br@hotmail.com

<https://www.nspf.org/content/water-clarity-disk>



Shipping

- UPS Worldwide Expedited: \$223.33
Worldwide Expedited
- UPS Worldwide Saver: \$241.58
Worldwide Saver

Continue to next step or Go back

FIGURA 4- Disco de plástico vendido para a avaliação da turbidez de águas de piscinas.

4- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10339: Piscina — Projeto, execução e manutenção.** São Paulo: ABNT. 53p. 19 de setembro de 2018.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the examination of Water and Wastewater**, 20ª Ed. Washington, D.C., 1998.

ANSI/APSP. **ANSI/APSP-11 2009 - American National Standard for Water Quality in Public Pools and Spas.** Alexandria: Association of Pool and Spa Professionals / American National Standard. 62p. June, 15. 2009.

BELEZA, V. M. **História das Piscinas e das suas Condições Sanitárias.** Porto: Osminergia, Projetos, Equipamentos e Sistemas, Lda. 581p. 2014.

BRANCO, S. M. **A água e o homem.** In: Hidrologia Ambiental, v.3. São Paulo: Edusp - Editora da Universidade de São Paulo, p.3-25. 1991.

CANADA. **Public Swimming Pools Regulation/ Alberta Regulation 204/2014.** Alberta: Government of Alberta. 16p. March 2014.

CANADA. **Guidelines for Canadian Drinking Water Quality Summary Table.** Ontario: Federal-Provincial-Territorial Committee on Drinking Water/Federal-Provincial-Territorial Committee on Health and the Environment. 25p. February 2017.

DANIEL, L. A.; BRANDÃO, C. C. S.; GUIMARÃES, J. R.; et al. **Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável.** São Carlos: ABES-RJ/PROSAB2 – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico 2. 139p. 2001.

ESPAÑA. Real Decreto 742/2013, de 27 de septiembre, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de las piscinas. **BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO.** Núm. 244. Sec. I. Pág. 83123-83135. Viernes 11 de octubre de 2013.

FLETEMEYER, J. R.; FLYNN, M. **Principles and Practices of Aquatic Law.** Florida: CRC Press. 324p. 2018.

IPQ. **Recomendações para manter a qualidade da água de piscinas domésticas.** Caparica / Portugal: Instituto Português da Qualidade / Ministério da Economia. 18p. 2015.

KOERTGE, H. H. The turbidity of public swimming pool waters. **American Journal Public Health Nations Health.** v.60. n.1. pp.138-150. January. 1970.

MACEDO, J. A. B. **Piscina – Água & Tratamento & Química.** Belo Horizonte: CRQ-MG. 180p. 2003.

MACEDO, J. A. B. **Piscina – Água & Tratamento & Química.** Belo Horizonte: CRQ-MG. 775p. 2019.

MERIGHE, L. **Tratamento, operação e manutenção de piscina.** São Paulo: CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 251p. 1990.

NAKAMURA, A. A.; PINTO, H. B. F.; DIAS, J. M. M.; MARTINS JÚNIOR, L.; LAGOA, S. M. **Práticas Sanitárias nas Piscinas dos Centros Educacionais Unificados – CEUs.** São Paulo: Secretaria Municipal de Saúde/Coordenação de Vigilância em Saúde. 118p. 2009. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/saude/vigilancia_em_saude/arquivos/Doencas_Transmitidas_pela_Agua_em_Pis.pdf>. Acesso em 14 de julho de 2018.

NOVAESCOTIA. **Nova Scotia Operational Guidelines for Aquatic Facilities.** Nova Scotia / Canada: NS Government. 126. 2014.

SNATURAL. **Controle da Qualidade da Água em Aquicultura: Cor, Transparência e Turbidez.** Disponível em: <<http://www.snatural.com.br/controle-qualidade-agua-turbidez/>>. Acesso em 25 de abril de 2018.


SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte: SEGRAC. 243p. 1996.

TCHOBANOGLIOUS, G., SCHOROEDER, E. D. **Water Quality: Characteristics, Modeling and Modification,** Washington, D.C.: Addison-Wesley Pub. Co. 768 p.1987.

TORONTO. **Swimming Pool Operator's Manual.** Toronto/Canada: Public Health. 82p. June 2009.

WHO. **Guidelines for safe recreational water environments. Volume 2, Swimming pools and similar environments.** Geneva: World Health Organization. 118p. 2006.

www.jorgemacedo.pro.br

 Águas e Águas - @livroaguaseaguas

 aguas_e_aguas

 YouTube ÁGUAS & ÁGUAS



QUÍMICA TECNOLÓGICA

jorgemacedo.pro.br@hotmail.com