

## IAP - Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público

Este índice é calculado nos pontos de amostragem dos rios e reservatórios que são utilizados para o abastecimento público.

O IAP é o produto da ponderação dos resultados atuais do IQA (Índice de Qualidade de Águas) e do ISTO (Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas), que é composto pelo grupo de substâncias que afetam a qualidade organoléptica da água, bem como de substâncias tóxicas. Assim, o índice será composto por três grupos principais de variáveis:

IQA – grupo de variáveis básicas (Temperatura da Água, pH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Coliformes Termotolerantes, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Resíduo Total e Turbidez);

ISTO – a) Variáveis que indicam a presença de substâncias tóxicas (Potencial de Formação de Trihalometanos - PFTHM, Número de Células de Cianobactérias, Cádmio, Chumbo, Cromo Total, Mercúrio e Níquel);

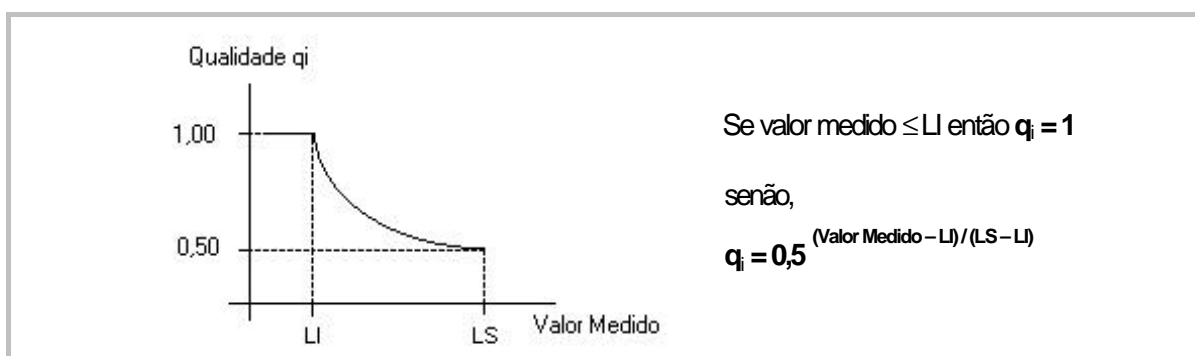
b) Grupo de variáveis que afetam a qualidade organoléptica (Ferro Dissolvido, Manganês, Alumínio Dissolvido, Cobre Dissolvido e Zinco).

## ISTO – Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas

As variáveis que indicam a presença de substâncias tóxicas e que afetam a qualidade organoléptica são agrupadas de maneira a fornecer o Índice de Substâncias Tóxicas e Organoléptica (ISTO), utilizado para determinar o IAP, a partir do IQA original.

Para cada parâmetro incluído no ISTO são estabelecidas curvas de qualidade que atribuem ponderações variando de 0 a 1.

As curvas de qualidade, representadas através das variáveis potencial de formação de trihalometanos e metais, foram construídas utilizando-se dois níveis de qualidade ( $q_i$ ), que associam os valores numéricos 1.0 e 0.5, respectivamente, ao limite inferior (LI) e ao limite superior (LS). A figura 2 mostra a curva de qualidade padrão para as variáveis incluídas no ISTO, com exceção feita às variáveis teste de Ames e número de célula de cianobactérias.



**Figura 2** - Curva de qualidade padrão para as variáveis incluídas no ISTO

As faixas de variação de qualidade ( $q_i$ ), que são atribuídas aos valores medidos para o potencial de formação de trihalometanos, para os metais que compõem o ISTO, refletem as seguintes condições de qualidade da água bruta destinada ao abastecimento público:

**Valor medido**  $\leq$  **LI**: águas adequadas para o consumo humano. Atendem aos padrões de potabilidade da Portaria 518/04 do Ministério da Saúde em relação às variáveis avaliadas.

**LI** < **Valor medido**  $\leq$  **LS**: águas adequadas para tratamento convencional ou avançado. Atendem aos padrões de qualidade da classe 3 da Resolução CONAMA 357/05 em relação às variáveis determinadas.

**Valor medido** > **LS**: águas que não devem ser submetidas apenas a tratamento convencional. Não atendem aos padrões de qualidade da classe 3 da Resolução CONAMA 357/05 em relação às variáveis avaliadas.

Desta forma, o limite inferior para cada uma dessas variáveis foi considerado como sendo os padrões de potabilidade estabelecidos na Portaria 518/04 do Ministério da Saúde e para o limite superior foram considerados os padrões de qualidade de água doce Classe 3 da CONAMA 357/05.

Note que para o **Cromo** a CONAMA 357/05 estabelece um padrão de qualidade igual ao padrão de potabilidade da Portaria 518/04 (0,05 mg/L), portanto optou-se por adotar um nível de concentração para o limite superior que fosse passível de ser removido por meio de tratamento convencional. De acordo com o Drinking Water and Health, 1977, o Cromo possui uma taxa de remoção no tratamento convencional variando de 0 a 30%. Aplicando-se uma taxa de remoção média de 15% ao limite inferior, obtém-se um limite superior de 0,059 mg/L.

O **Zinco** também possui um padrão de potabilidade igual ao padrão de qualidade CONAMA 357/05 (5,0 mg/L), também optou-se por adotar um nível de concentração para o limite superior que fosse passível de ser removido por meio de tratamento convencional. Da mesma forma que o Cromo, o Drinking Water and Health, 1977, estabelece uma taxa de remoção no tratamento convencional variando de 0 a 30%. Aplicando-se a taxa média de remoção de 15% ao limite inferior, obtém-se um limite superior de 5,9 mg/L.

Com relação ao **Níquel** não existe padrão de potabilidade na Portaria 518/04, sendo utilizado como referência a Organização Mundial da Saúde, que estabelece um valor de 0,02 mg/L.

No caso do **potencial de formação de THM**, foi estabelecida uma equação de regressão linear entre as variáveis potencial de formação de THM na água bruta e, trihalometanos na água tratada, para isso foram utilizados valores médios de 1997 a 2002, de ambas as variáveis, considerando os mananciais do Guarapiranga, Rio Grande, Cantareira, Baixo Cotia, Alto Cotia e Alto Tietê.

Tanto o limite superior quanto o inferior, foram obtidos por meio desta equação. O limite superior do potencial foi estimado para a concentração de THM da Portaria 1469, de 100 µg/L, enquanto que o inferior, foi estimado a partir do nível de THM estabelecido na legislação norte americana, de 80 µg/L. O limite superior do potencial de formação de THMs forneceu um valor de 461 µg/L e o inferior de 373 µg/L.

Na Tabela 2 são relacionados os limites inferiores e superiores adotados para os metais e o potencial de formação de trihalometanos.

**Tabela 2 - Limites Superiores e Inferiores dos metais e PFTHM**

<b>Grupo</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Unidade</b>	<b>Limite Inferior</b>	<b>Limite Superior</b>
Tóxicos	Cádmio	mg/L	0,005	0,01
	Chumbo	Mg/L	0,01	0,033
	Cromo Total	mg/L	0,05	0,059
	Níquel	mg/L	0,02	0,025
	Mercúrio	mg/L	0,001	0,002
	PFTHM	µg/L	373	461
Organolépticos	Alumínio Dissolvido	mg/L	0,2	2
	Cobre Dissolvido	mg/L	2	8
	Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	5
	Manganês	mg/L	0,1	0,5
	Zinco	mg/L	5	5,9

Em ambientes lênticos, uma característica importante da qualidade da água para fins de abastecimento público, é a participação da componente biológica (algas). Até 2005, o IAP apresentava essa deficiência de não contemplar, diretamente, essa variável específica na sua avaliação.

Com o suporte das novas legislações – Portaria 518/04 do Ministério da Saúde e Resolução CONAMA 357/05, que estabeleceram padrões de qualidade para o Número de Células de Cianobactérias, decidiu-se pela inclusão dessa variável no grupo do ISTO.

Vários gêneros e espécies de cianobactérias, que formam florações, produzem toxinas. As toxinas de cianobactérias, conhecidas como cianotoxinas, constituem uma grande fonte de produtos naturais tóxicos, podendo ter ação aguda e eventualmente até causar a morte por parada respiratória após poucos minutos de exposição (alcalóides ou organofosforados neurotóxicos) ou atuar de forma crônica, acumulando-se em órgãos como o fígado (peptídeos ou alcalóides hepatotóxicos) (Azevedo, 1998).

A tabela 3 estipula a taxaço adotada para o número de células de cianobactérias, que foi baseada nessas legisla es e nos dados existentes da rede de monitoramento da CETESB, desde 2002.

**Tabela 3** - Faixas de número de células de cianobactérias e a respectiva taxaço para o cálculo do ISTO.

<b>Níveis</b>	<b>Taxa�o (q<sub>NCC</sub>)</b>
N�. de células = 20.000	1,00
20.000 < N�. de células = 50.000	0,80
50.000 < N�. de células = 100.000	0,70
100.000 < N�. de células = 200.000	0,60
200.000 < N�. de células = 500.000	0,50
N�. de células > 500.000	0,35

Nos pontos de amostragem, situados em ambientes lênticos e utilizados para abastecimento público, o número de células de cianobactérias   uma variável obrigatória para o cálculo do IAP. O número de células de cianobactérias também   obrigatório para o cálculo do IAP em outros corpos lênticos, ou mesmo em rios, nos quais a freq ncia de análise seja bimestral.

Portanto, através das curvas de qualidade, determinam-se os valores de qualidade normalizados, q<sub>i</sub> (número variando entre 0 e 1), para cada uma das variáveis do ISTO, que estão incluídas ou no grupo de substâncias tóxicas, ou no grupo de organolépticas.

A pondera o do grupo de substâncias tóxicas (ST)   obtida através da multiplica o dos dois valores mínimos mais críticos do grupo de variáveis que indicam a presença dessas substâncias na  gua:

$$ST = \text{Mín-1} (q_{TA}, q_{THMFP}, q_{Cd}, q_{Cr}, q_{Pb}, q_{Ni}, q_{Hg}, q_{NCC},) \times \text{Mín-2} (q_{TA}, q_{THMFP}, q_{Cd}, q_{Cr}, q_{Pb}, q_{Ni}, q_{Hg}, q_{NCC})$$

A pondera o do grupo de substâncias organolépticas (SO)   obtida através da média aritmética das qualidades padronizadas das variáveis pertencentes a este grupo:

$$SO = \text{Média Aritmética} (q_{Al}, q_{Cu}, q_{Zn}, q_{Fe}, q_{Mn})$$

## Cálculo do ISTO

O ISTO é resultado do produto dos grupos de substâncias tóxicas e as que alteram a qualidade organoléptica da água, como descrito a seguir:

$$\text{ISTO} = \text{ST} \times \text{SO}$$

## Cálculo do IAP

O IAP é calculado a partir do produto entre o antigo IQA e o ISTO, segundo a seguinte expressão:

$$\text{IAP} = \text{IQA} \times \text{ISTO}$$

As classificações do IAP estão ilustradas na tabela 4.

<b>Categoria</b>	<b>Ponderação</b>
<b>ÓTIMA</b>	$79 < \text{IAP} \leq 100$
<b>BOA</b>	$51 < \text{IAP} \leq 79$
<b>REGULAR</b>	$36 < \text{IAP} \leq 51$
<b>RUIM</b>	$19 < \text{IAP} \leq 36$
<b>PÉSSIMA</b>	$\text{IAP} \leq 19$

Para o cálculo do ISTO, são obrigatórias as variáveis alumínio dissolvido, ferro dissolvido, manganês e potencial de formação de trihalometanos. As demais variáveis, em que os dados históricos retratam concentrações baixas nas águas e a frequência de amostragem é semestral, não são essenciais para o cálculo. Assim, nos meses onde não existem resultados para essas variáveis, o ISTO será calculado desconsiderando tais ausências.