

CIANOBACTÉRIAS EM ÁGUAS DE ABASTECIMENTO

6º Seminário de Saúde Ambiental Comitês PCJ - “Água potável: Desafios e soluções para a garantia desse direito humano”

**Biol. Dra. Livia Fernanda Agujaro
CETESB - Agência Ambiental de Campinas**



EUTROFIZAÇÃO E QUALIDADE DA ÁGUA

- Definição: enriquecimento artificial de nutrientes (N e P) nos ambientes aquáticos com **aumento da biomassa de macrófitas e algas/cianobactérias**;
- Causas naturais ou não (atividades antrópicas na bacia de drenagem não devidamente controladas/manejadas).

CIANOBACTÉRIAS E MACRÓFITAS NO RESERVATÓRIO SALTO GRANDE SP



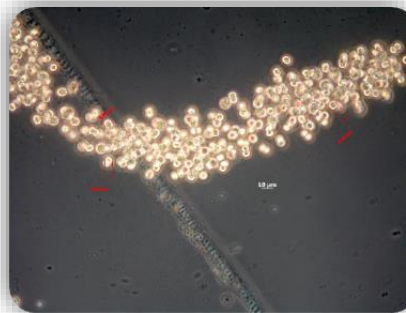
PONTOS MONITORADOS CETESB UGRH 05

Na **UGRHI 5**, de 60 pontos monitorados, 50% encontram-se entre baixa e média trofia e 50% eutrofizados, realçando-se que 35% encontram-se extremamente eutrofizados, a saber:

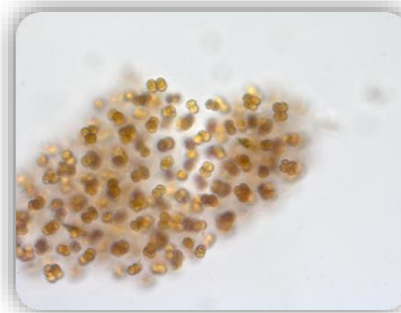
- Ribeirão Piracamirim (PIMI 02900),
- Ribeirão Quilombo (QUIL 03200 e QUIL 03900),
- Ribeirão Tijuco Preto (TJCO 03750),
- Ribeirão Três Barras (TREB 02950),
- Córrego Tijuco Preto (TIJU 02900),
- Reservatório de Salto Grande (ATSG 02800),
- Rio Atibaia (ATIB 02900),
- Rio Capivari (CPIV 02200 a CPIV 02900),
- Rio Claro (LARO 02900),
- Rio Jundiaí (JUNA 03200 a JUNA 03900),
- Rio Piracicaba (PCAB 02135 a PCAB 02800) e
- Braço do Rio Piracicaba (PCBP 02500).

CIANOBACTÉRIAS

- **Cianobactérias:** *microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis) capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos a saúde (Resolução CONAMA 357/2005);*
- Baixa tolerância ao oxigênio;
- Maior tolerância ao S livre e a H₂S (podem usar como doador de H⁺);
- Alta tolerância UV-A e UV-B;
- Resistência a altas temperaturas;
- Taxa de divisão celular mais lenta – Favorecidas na competição com os demais grupos algais em **ambientes lênticos**.
- Aerótopos;
- **Cianotoxinas**

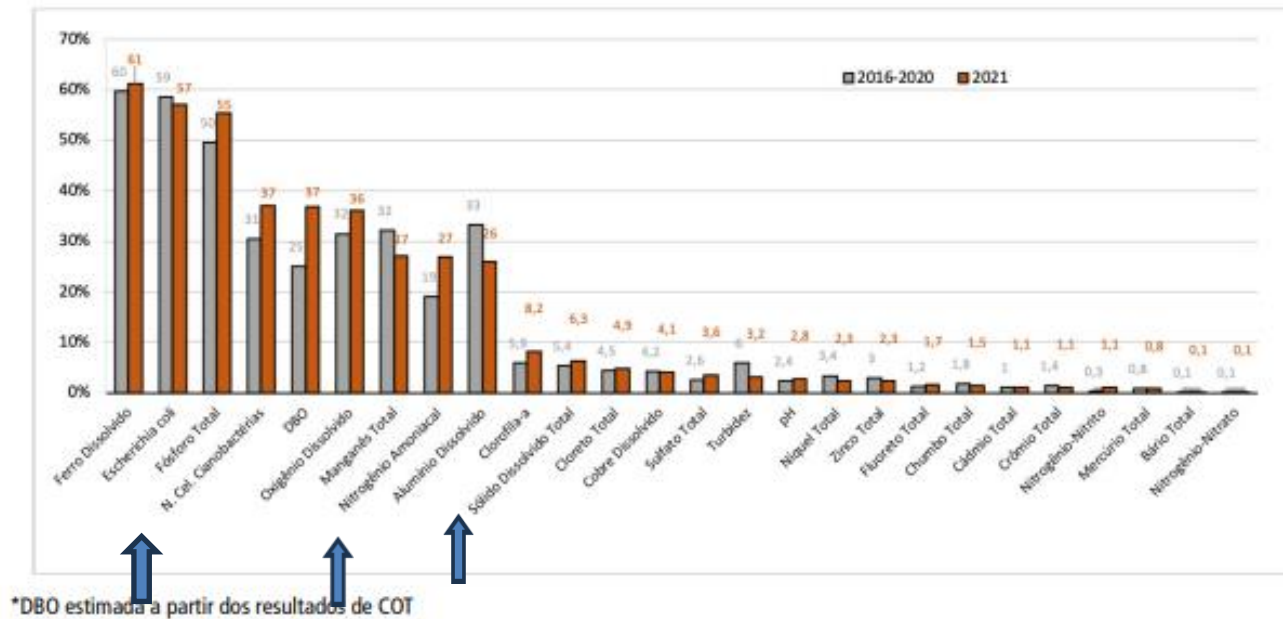


Microcystis



RELATÓRIO QUALIDADE DAS ÁGUAS CETESB

Gráfico 4.4 – Porcentagens de resultados da Rede Básica que não atendem os padrões estabelecidos para a Classe 2, em 2021 e no período de 2016 a 2020



Acesso em <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>

RELATÓRIO SÍNTESE – PLANO DE BACIAS

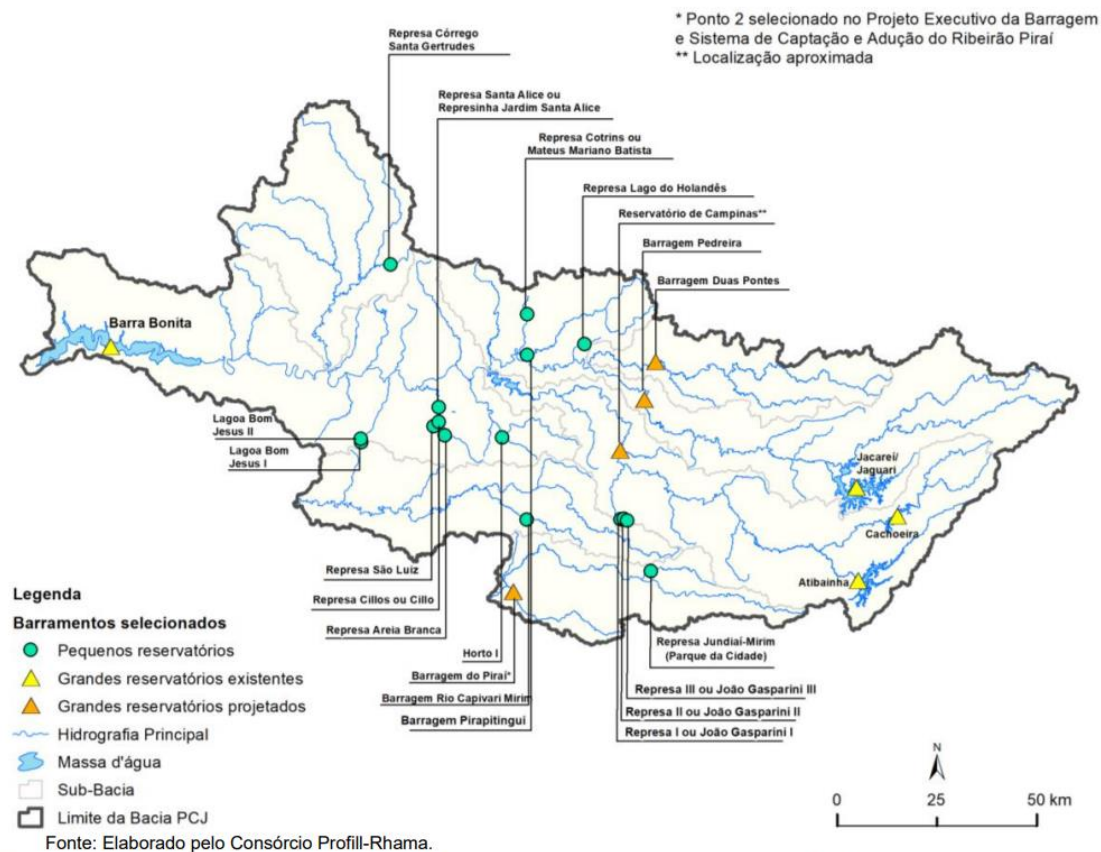


Figura 3.5 - Barramentos localizados na rede de drenagem principal das áreas de contribuição, utilizados nas simulações de qualidade e quantidade de água

LEGISLAÇÃO

CIANOBACTÉRIAS

RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005

- Usos Múltiplos (Resolução CONAMA 357/05, Art. 4º, III)
- Classe 2: águas que podem ser destinadas:
 - a) **ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;**
 - b) à proteção das comunidades aquáticas;
 - c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
 - d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
 - e) aquicultura e à atividade de pesca

RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005

VARIÁVEIS	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III
CLOROFILA a	10 µg/L	30µg/L	60µg/L
Densidade de Cianobactérias	20.000 céls./mL	50.000 céls./mL	100.000 céls./mL

PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 04 DE MAIO DE 2021

1) Monitoramento das Cianobactérias (Art. 43)

- Trimestral, se o nº de células de Cianobactérias < 10.000 céls./ml
- Semanal, se o nº de células de Cianobactérias > 10.000 céls./ml
- Análise de clorofila-a mensal: se valor for > 10µg/L, nova coleta de fitoplâncton;
se a contagem de células de cianobactérias corresponder a 10% ou mais do fitoplâncton → monitoramento de cianobactérias passa a ser semanal.
- Monitoramento de clorofila-a pode ser substituído por monitoramento mensal de cianobactérias no ponto de captação, atendendo ao limite de contagem < 10.000 céls./ml;

PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 04 DE MAIO DE 2021

2) Cianotoxinas (Art. 43, § 2 e 3)

- Quando nº de céls de Cianobactérias > 20.000 céls./ml, devem ser analisadas as cianotoxinas abaixo. As análises devem continuar enquanto o número de células não baixar.

Cianotoxina	Unidade	VMP
Microcistinas	µg/L (equivalente de MCYST-LR)	1,0
Saxitoxinas	µg/L (equivalente STX)	3,0
Cilindrospermopsinas	µg/L	1,0

Remoção tratamento (células e cianotoxinas): flotação com ar dissolvido, carvão ativado, nanofiltração, ozônio, peróxido hidrogênio, argilas adsortivas => CUSTOS

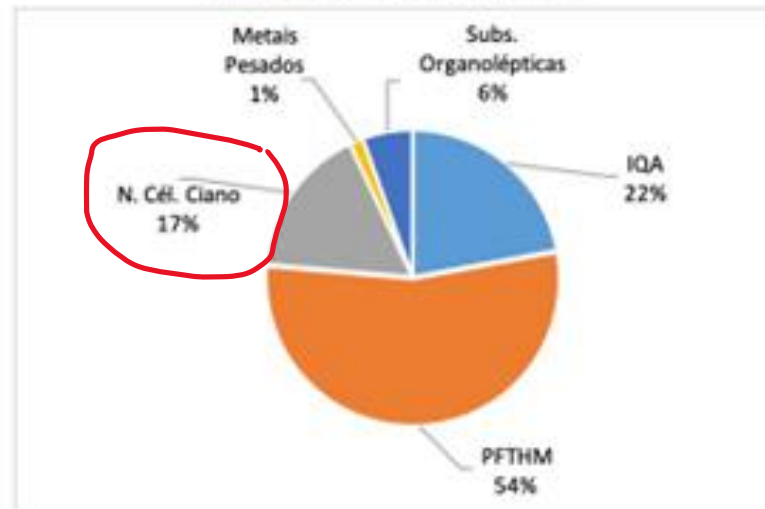
CIANOTOXINAS UGRH 05

Tabela 8 – Valores mensais de microcistina e saxitoxina em 2021 (Continua)

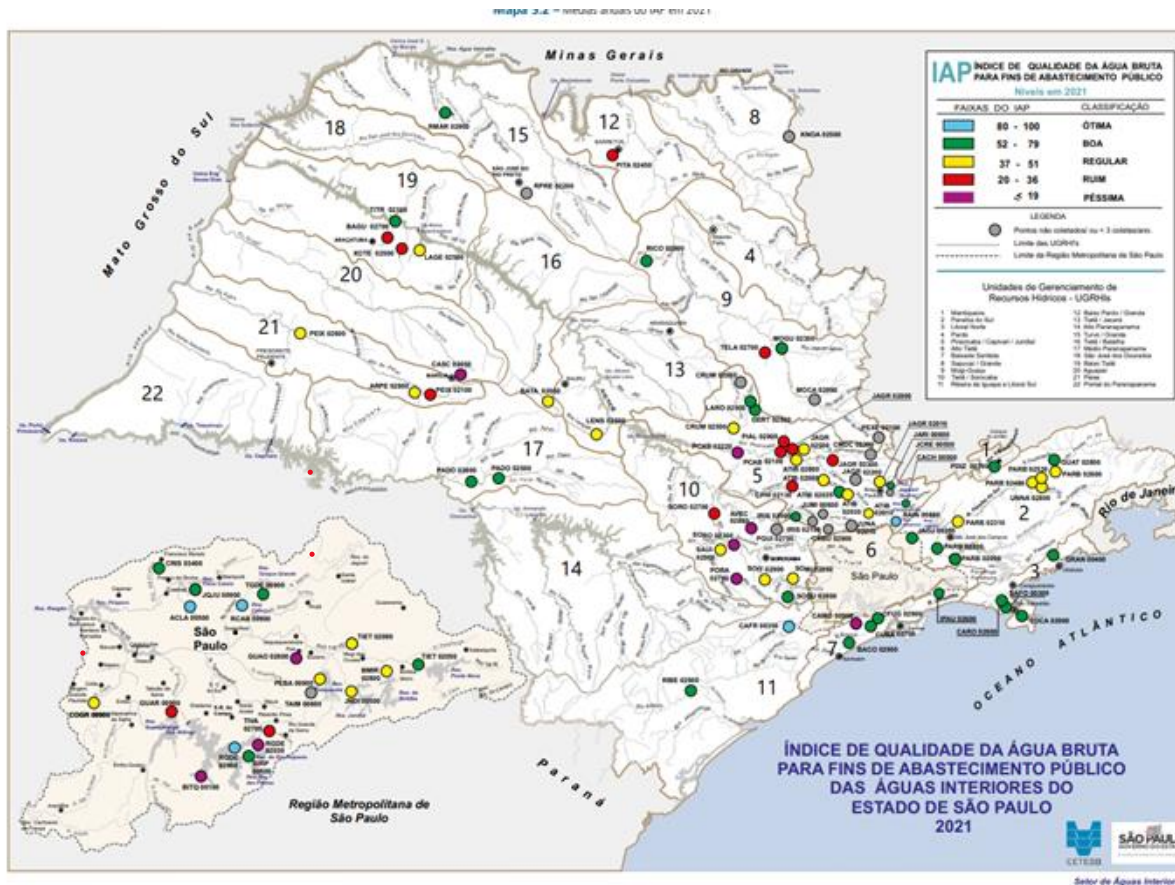
UGRHI	Sistema Hídrico	Ponto	Pontos de captação ou transposição	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho	
				Microcistinas µg/L	Saxitoxina µg/L	Microcistinas µg/L	Saxitoxina µg/L	Microcistinas µg/L	Saxitoxina µg/L	Microcistinas µg/L	Saxitoxina µg/L	Microcistinas µg/L	Saxitoxina µg/L	Microcistinas µg/L	Saxitoxina µg/L
2	Reservatório do Jaguari - UGRHI 02	JAGJ 00200	C	-	-	< 0,15	-	-	-	-	-	-	-	< 0,15	-
5	Reservatório de Salto Grande (UGRHI 05)	ATSG 02800	-	-	-	0,53	0,04	-	-	-	-	0,32	0,08	-	-
	Rio Jaguari - UGRHI 05	JAGR 02500	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,15	-
	Reservatório do Rio Jacaré-UGRHI 05	JCRE 00500	T	-	-	< 0,15	0,29	-	-	-	-	< 0,15	0,18	-	-
	Rio Piracicaba	PCAB 02220	C	-	-	0,20	-	-	-	-	-	-	-	< 0,15	-
	Represa do Rio Atibainha	RAIN 00880	C / T	-	-	< 0,15	-	-	-	-	-	< 0,15	-	-	-

IAP – ÍNDICE DE ABASTECIMENTO PÚBLICO

Gráfico 5.3 – Influência das variáveis no resultado do IAP



IAP – ÍNDICE DE ABASTECIMENTO PÚBLICO



IAP – ÍNDICE DE ABASTECIMENTO PÚBLICO

Tabela 5.2 – Mananciais em que o IAP foi influenciado negativamente pelo Número de Células de Cianobactérias (NCC), em pelo menos uma campanha

UGRHI	CORPO HÍDRICO	PONTO	CAPTAÇÃO/MUNICÍPIO	Núm.*	Máx. NCC (cél. mL ⁻¹)
5	Reservatório Jaguari - UGRHI 05	JARI 00800	Sistema Cantareira	4	193.719
5	Rio Piracicaba	PCAB 02220	Piracicaba	1	71.353
5	Reservatório do Rio Jacaré - UGRHI 05	JCRE 00500	Vargem	2	163.638
5	Reservatório do Rio Cachoeira	CACH 00500	Piracaia	3	128.662
6	Braço do Rio Pequeno	BIRP 00500	São Bernardo do Campo	3	164.653
6	Braço do Ribeirão Taquacetuba	BITQ 00100	Transposição Guarapiranga	4	418.196
6	Reservatório do Guarapiranga	GUAR 00900	Manancial RMSP	2	82.394
7	Canal de Fuga II da UHE Henry Borden	CFUG 02900	Afluência do Rio Cubatão (baixada santista)	3	157.566
10	Reservatório Itupararanga	SOIT 02900	Votorantim e região	3	228.461
10	Ribeirão Pirapitingui	PGUI 02700	Itu	1	385.399
15	Reservatório do Córrego Marinheirinho	RMAR 02900	Votuporanga	1	82.547
19	Reservatório de Três Irmãos	TITR 02100	Araçatuba	2	130.308
20	Reservatório Cascata	CASC 02050	Marília	3	806.994

* Núm. - Número de amostras com contagem do NCC acima de 50.000 cél. mL⁻¹

ESTRUTURA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

Figura 6.3 – Estruturas da comunidade fitoplanctônica nos pontos amostrados em 2021



Obs: Os pontos que não possuem resultados em 2021 foram mantidos, pois seu monitoramento será retomado.

PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 04 DE MAIO DE 2021 ALGICIDAS

Art. 43

§ 7º Em função dos riscos à saúde associados às cianotoxinas, é vedado o uso de algicidas para o controle do crescimento de microalgas e cianobactérias no manancial de abastecimento ou qualquer intervenção que provoque a lise das células.

§ 8º As autoridades ambientais e de recursos hídricos definirão a regulamentação das excepcionalidades sobre o uso de algicidas nos cursos d'água superficiais

RESOLUÇÃO CONJUNTA SMA/SSRH N° 4 DE 22.11.2012

A Portaria 2914/2011 vetou o uso de algicidas em corpos d'água utilizados para abastecimento público, a não ser em alguns casos, definidos pelos órgãos ambientais competentes. Em São Paulo, a define e regulamenta as **excepcionalidades para aplicação de algicidas** nos corpos d'água superficiais do Estado de São Paulo, bem como os procedimentos para a implementação do plano de sua aplicação, com vistas ao controle da qualidade da água para consumo humano e aspectos ambientais.

RESOLUÇÃO N° 467, DE 16 DE JULHO DE 2015

Dispõe sobre critérios para a autorização de uso de produtos ou de agentes de processos físicos, químicos ou biológicos para o controle de organismos ou contaminantes em corpos hídricos superficiais e dá outras providências.

Art. 7º - A autorização para uso de produtos e processos físicos, químicos ou biológicos, em mananciais de abastecimento público, deve ser informada às secretarias municipais de saúde pelo órgão ambiental competente, especialmente no controle da **proliferação de cianobactérias**.

Registro IBAMA: sulfato de cobre, peróxido de hidrogênio

REABILITAÇÃO AMBIENTAL

Recuperação Ambiental - o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano pré-estabelecido para o uso, visando à obtenção de uma estabilidade do meio ambiente - *restabelece a composição das espécies encontradas originalmente no local;*

Reabilitação ambiental - retorno da área degradada a um estado biológico apropriado com uso de maneira produtiva em longo prazo, podendo ser utilizada como uma atividade alternativa, *não reconstituindo a condição original.*

Restauração ambiental: obrigatoriedade do retorno ao estado original da área, da mesma forma que eram antes de serem modificadas pela interferência do homem em todos os aspectos da biota e condições físicoquímicas.

CONTROLE CIANOBACTÉRIAS MANANCIAL

- Tecnologias reservatórios: aeração, controle de vazão;
- Controle externo e interno das cargas de nutrientes;
- Tratamento com ultrassom de baixa frequência para controle das algas, barreiras flutuantes;
- Tratamento físico químico para sedimentos , biossorventes, cobertura de sedimento, dragagem, controle biológico;
- Soluções Baseadas na Natureza (*wetland*, renaturalização, filtrações em margem ...)
- Sustentabilidade;
- **COMPOSTOS QUÍMICOS**



MÚLTIPLAS SOLUÇÕES

=> Reenquadramento rios CLASSE 04

CONTROLE CIANOBACTÉRIAS



Figura 6 – Vista aérea da barreira de contenção Flutuante operando no manancial Guarapiranga.



Secretaria de
Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística



SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO

OBRIGADO