



Realização:



Mesa-redonda 6 – Escassez hídrica: potencialidades dos mananciais subterrâneos e superficiais para a gestão do abastecimento público

Qualidade das águas superficiais e impacto na segurança da água produzida nas Estações de Tratamento de Água

Enga. Angela Di Bernardo Dantas
21/05/2024



PADRÃO DE POTABILIDADE

Diário Oficial
Imprensa Nacional

REPÚBLICA FEDERATIVA DO
BRASIL
BRASÍLIA - DF

Nº 96 - DOU de 24/05/21 - Seção 1 – p.69

Ministério da Saúde
Gabinete do Ministro

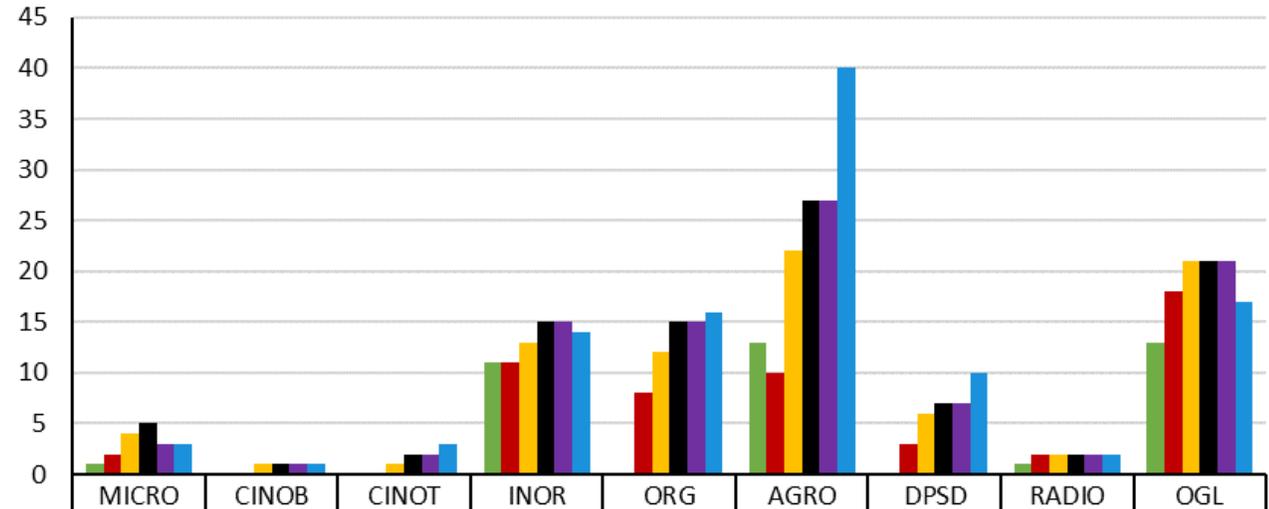
PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021 (*)

Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

I - água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem;

II - água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido neste Anexo e que não ofereça riscos à saúde;

III - padrão de potabilidade: conjunto de valores permitidos para os parâmetros da qualidade da água para consumo humano, conforme definido neste Anexo;



Padrão	MICRO	CINOB	CINOT	INOR	ORG	AGRO	DPSD	RADIO	OGL
POR 56/77	1			11		13		1	13
POR 36/90	2			11	8	10	3	2	18
POR 1469/2000 (518/2004)	4	1	1	13	12	22	6	2	21
POR 2914/2011	5	1	2	15	15	27	7	2	21
PRC 5, Anexo XX/2017	3	1	2	15	15	27	7	2	21
PRC 5, Anexo XX alterado Por 888/2021	3	1	3	14	16	40	10	2	17

PADRÃO DE POTABILIDADE

Alterações com impactos importantes para a segurança da água:

- Poder para as autoridades de saúde pública solicitarem a elaboração e implementação do PSA;
- Anexo 2 - Exigência do monitoramento da água filtrada individual e inclusão de VMP para filtração em membranas;
- Inclusão do monitoramento da eficiência de remoção de EBAs;
- Anexos 3 a 8 - Aumento dos CTs para desinfecção (1 log giárdia);
- Anexo 9 - Inclusão de várias substâncias químicas que representam riscos à saúde, e alteração de vários VMPs (novos subprodutos da desinfecção e agrotóxicos);
- Anexo 10 - Alteração no monitoramento de cianobactérias e cianotoxinas.

CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS SEGURANÇA DA ÁGUA

**NORMA
BRASILEIRA**

**ABNT NBR
17080**

Primeira edição
02.02.2023

**Plano de segurança da água — Princípios e
diretrizes para elaboração e implementação**

*Water safety plan — Principles and guidelines for preparation and
implementation*



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 17080:2023
30 páginas

© ABNT 2023



FONTE: NBR 17.080 - PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA –
PRINCÍPIOS E DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO E
IMPLEMENTAÇÃO)

CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS SEGURANÇA DA ÁGUA

Tabela A.3 – Exemplo critérios para a classificação de riscos na descrição do SAA ou SA

Escala de probabilidade de ocorrências		
Probabilidade de ocorrências	Descrição	Peso
Quase certa	Espera-se que ocorra uma vez por dia	5
Muito provável	Vai acontecer provavelmente uma vez por semana	4
Provável	Vai ocorrer provavelmente uma vez por mês	3
Pouco provável	Pode ocorrer uma vez por ano	2
Raro	Pode ocorrer em situações excepcionais (uma vez em cinco anos)	1
Escala de severidade de consequências		
Severidade das consequências	Descrição	Peso
Catastrófica	Potencial agravo à saúde para uma grande parte da população	5
Grande	Potencial agravo à saúde para uma pequena parte da população	4
Moderada	Potencialmente prejudicial para uma grande parte da população	3
Pequena	Potencialmente prejudicial para uma pequena parte da população	2
Insignificante	Sem impacto ou não detectável	1

CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS SEGURANÇA DA ÁGUA

Tabela A.4 – Exemplo da matriz de classificação de risco

Probabilidade de ocorrência	Severidade das consequências				
	Insignificante	Pequena	Moderada	Grande	Catastrófica
	Classificação:1	Classificação:2	Classificação:3	Classificação:4	Classificação:5
Quase certa Classificação:5	5	10	15	20	25
Muito provável Classificação:4	4	8	12	16	20
Provável Classificação:3	3	6	9	12	15
Pouco provável Classificação:2	2	4	6	8	10
Raro Classificação:1	1	2	3	4	5



Análise de risco

Muito Alto: >15 necessidade de ação imediata.

Alto: 10 a 15 necessidade de especial atenção.

Médio: 6 a 9 necessidade de atenção.

Baixo: <6 controlável por meio de procedimentos de rotina

→ **Claramente uma prioridade; requer atenção urgente; medidas imediatas**

→ **Prioridade a curto ou médio prazo; requer atenção**

→ **Prioridade a médio ou longo prazo; requer alguma atenção**

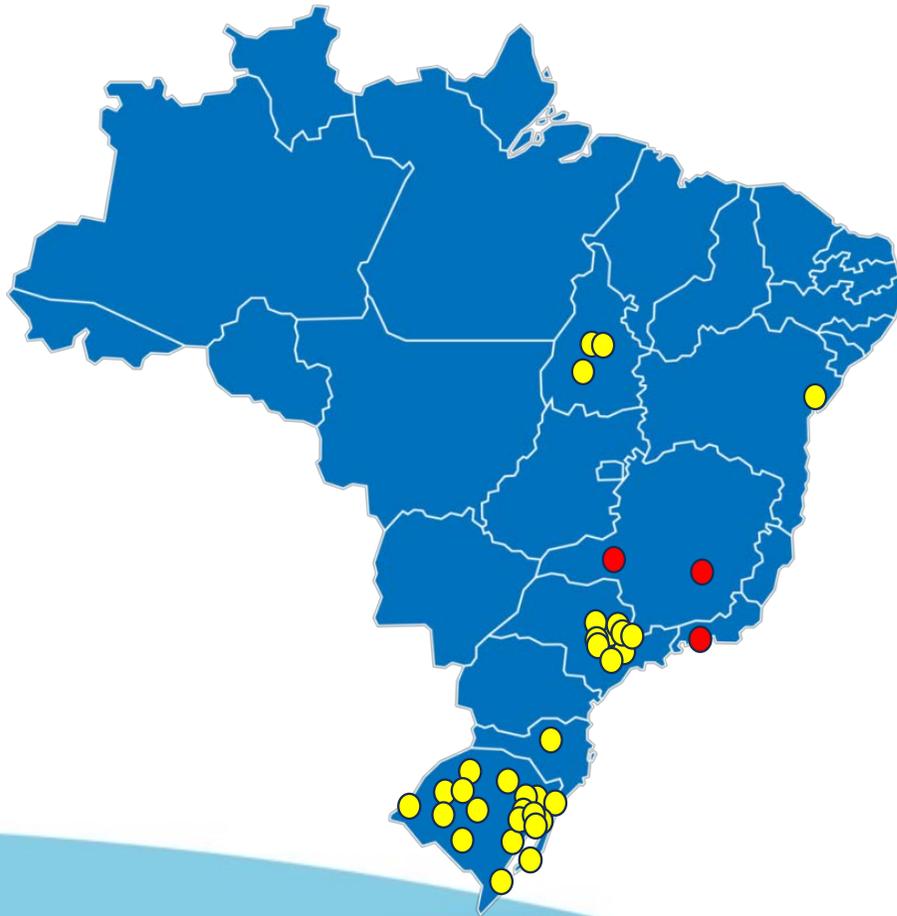
→ **Claramente não prioritário**

Grande parte da população: Maior que 50 %

Moderada parte da população: Entre 10 % e 50 %

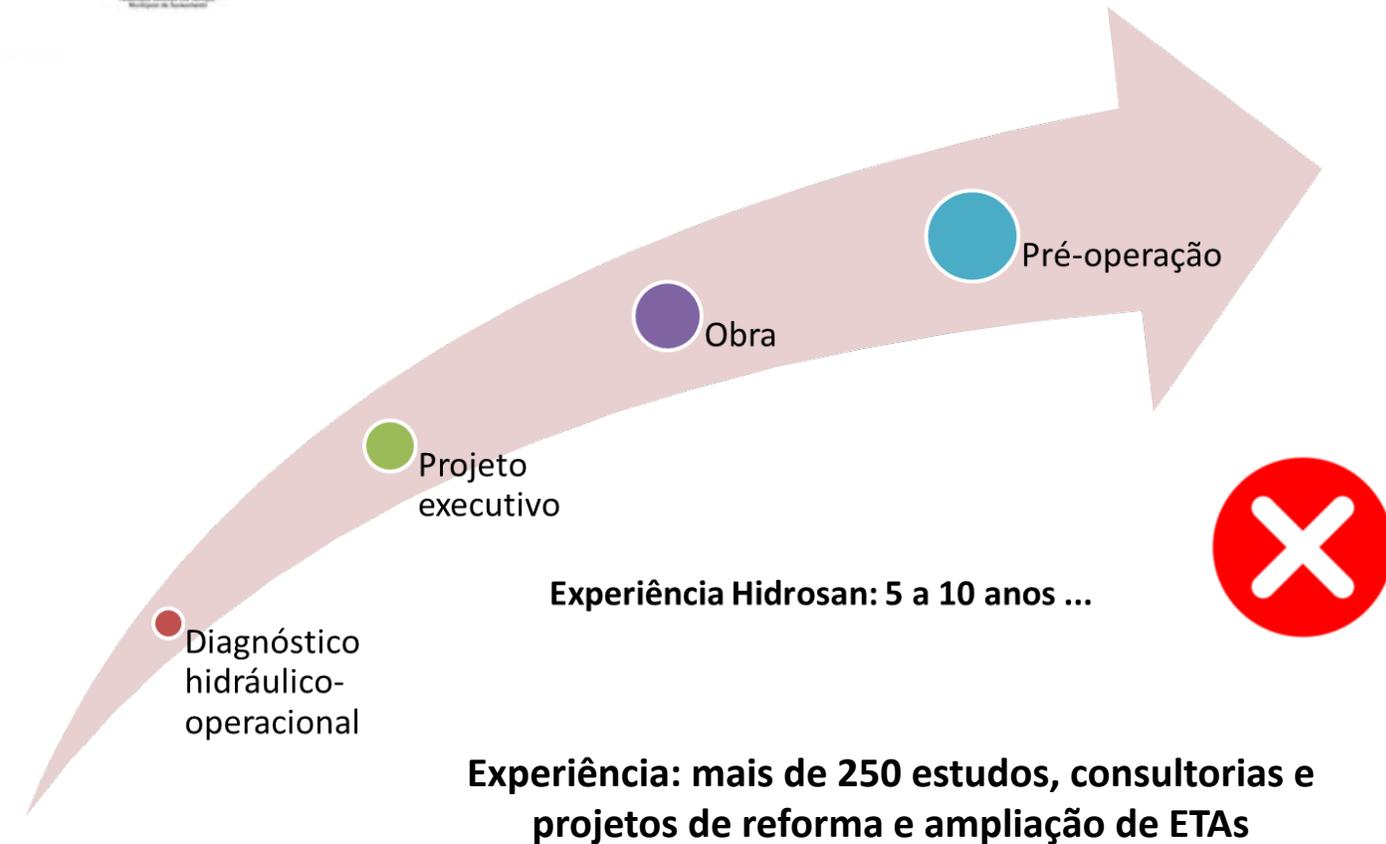
Pequena parte da população: Menor que 10 %

PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA



- ❑ Experiências da Hidrosan nos PSAs:
 - Elaboração do PSA (+ 30);
 - Elaboração do PSA em conjunto com PDA (2);
 - Apoio técnico na elaboração do PSA (2);
 - Apoio técnico na implementação do PSA (1);
 - Treinamentos (+ 10);
 - Elaboração do PSA em indústrias (2).

PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA



- Melhorias na segurança da água no curto prazo;
- Priorização das ações e investimentos em função dos riscos;
- Operação para prevenção de riscos;
- Capacitação da equipe operacional;
- Otimização de processos e redução de custos operacionais;
- Sistematização das informações e criação/atualização de banco de dados organizado.

PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA

APRENDIZADOS (2018-2024) – CUIDADO ! Confusão de siglas e entendimentos ...

PSA

PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA

Objetivo: eliminar ou reduzir os riscos à saúde do consumidor associados à água de abastecimento durante as etapas de captação, tratamento, armazenamento e distribuição.

PSH

PLANO DE SEGURANÇA HÍDRICA

Objetivo: visa uma infraestrutura planejada, dimensionada, implantada e uma gestão adequada dos recursos hídricos a fim de manter um equilíbrio entre a oferta e a demanda de água e a controlar situações de risco, como a vulnerabilidade a eventos climáticos extremos. Foco nos mananciais e em seus usos.

PDA

PLANO DIRETOR DE ÁGUAS

Objetivo: estabelece ações, obras e investimentos necessários para garantir o abastecimento universalizado de água à população de determinado município, geralmente considerando o horizonte de 20 anos (renovação recomendada a cada 4 anos).

PMSB

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

Objetivo: estabelece a programação das ações e dos investimentos necessários para garantir a adequada prestação dos serviços de saneamento básico (água, esgoto, drenagem e resíduos sólidos) de um determinado município. Possui uma abordagem mais simplificada para cada serviço e generalista do que planos mais específicos, como o PDA, PDE e o PMRS.

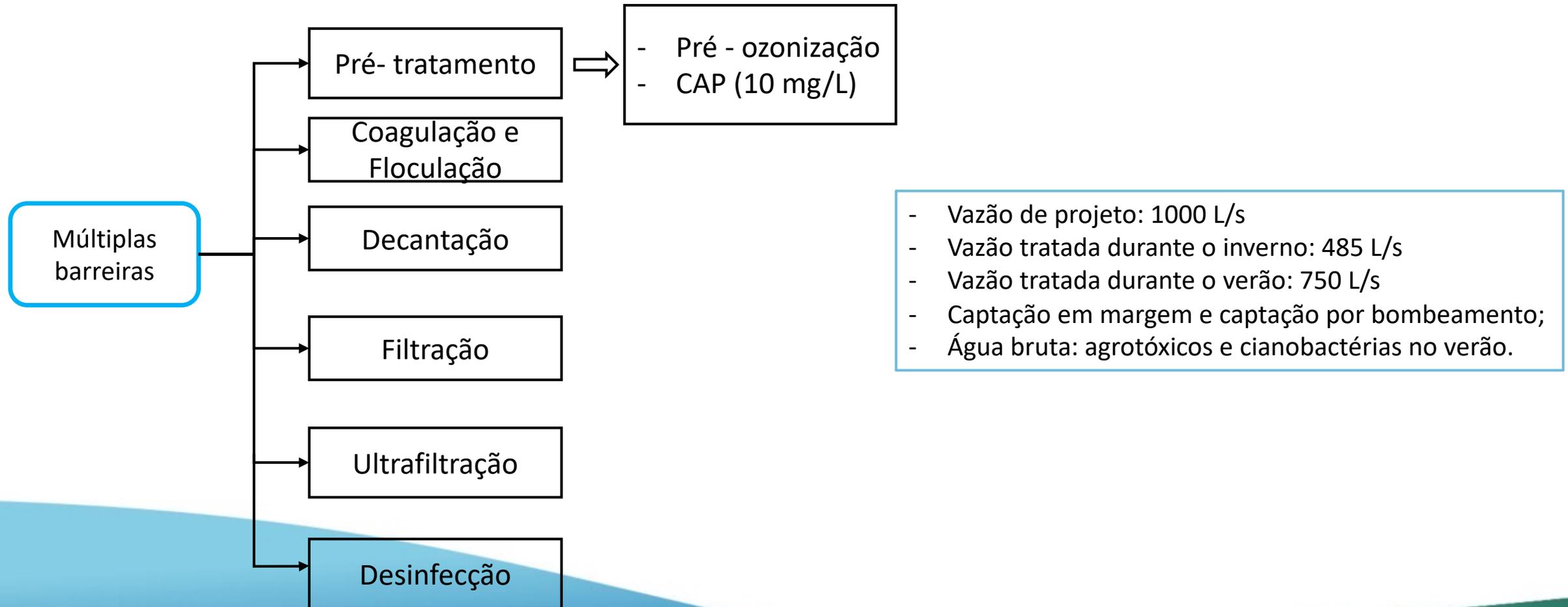
PILARES DA SEGURANÇA DA ÁGUA



ETA ANGERS - FRANÇA



ETA ANGERS - FRANÇA



ETA ANGERS - FRANÇA

PRÉ-OZONIZAÇÃO (15 min)



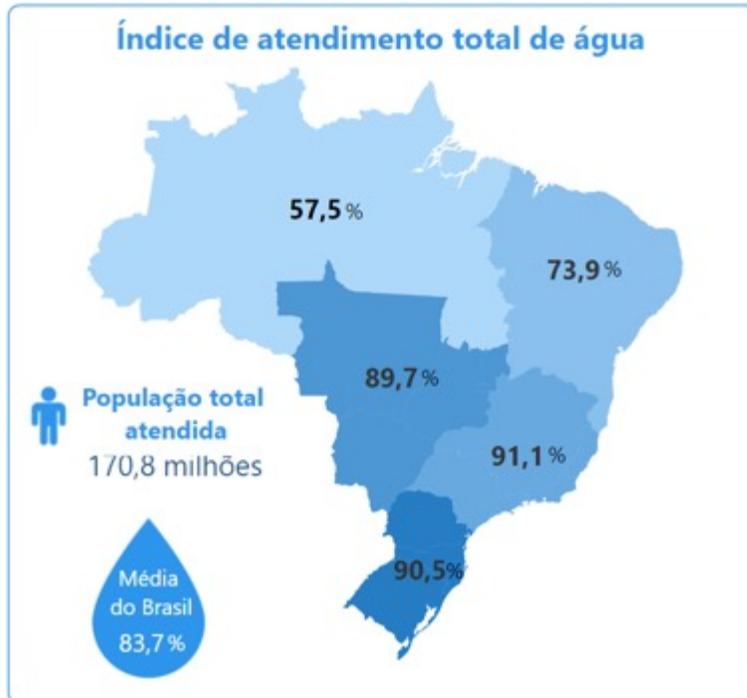
ETA ANGERS - FRANÇA

FILTRAÇÃO E ULTRAFILTRAÇÃO

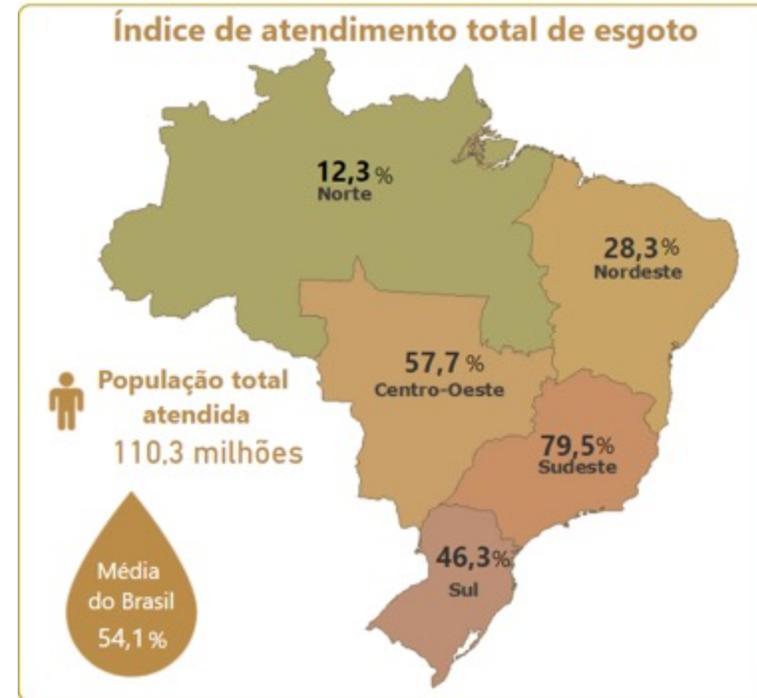


-  Preservação do manancial ✓
-  Múltiplas barreiras, hidráulica adequada (ETAs operando sem sobrecarga) ✓
-  Procedimentos operacionais adequados e equipamentos confiáveis ✓
-  Equipe qualificada e treinada ✓

CENÁRIO BRASILEIRO



População com acesso a rede geral de distribuição de água no Brasil (não incluídas soluções individuais ou alternativas): **84,2%** .

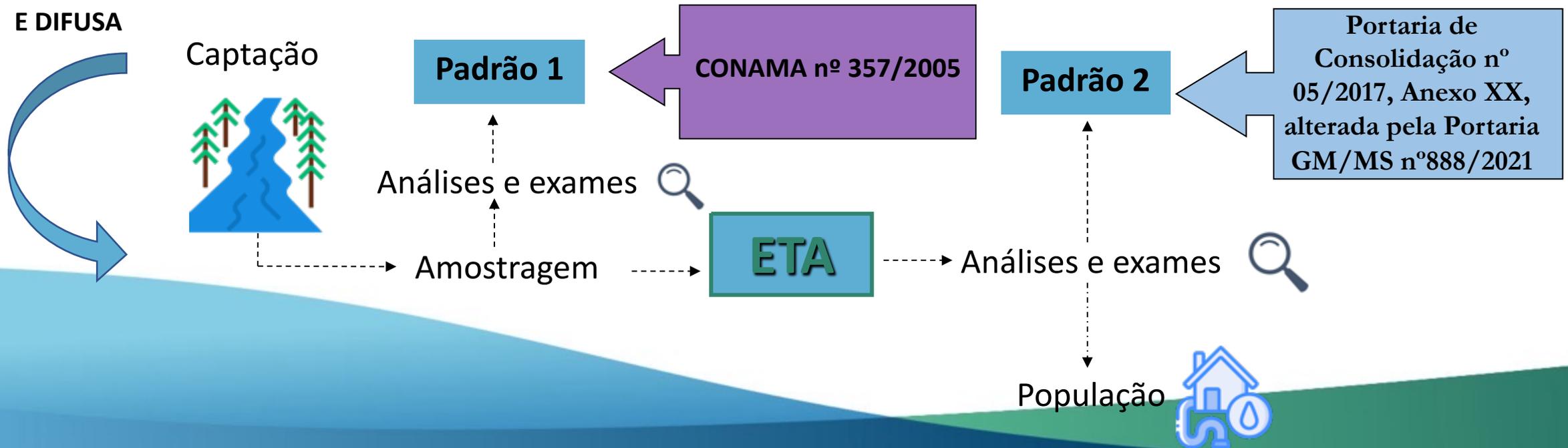


Porcentagem da população com coleta de esgoto no Brasil (atendimento por redes de esgoto): **55,8%** .

PADRÃO E NORMAS BRASILEIRAS



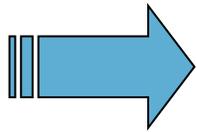
**POLUIÇÃO
PONTUAL
E DIFUSA**



QUALIDADE DAS ÁGUA SUPERFICIAIS

PERIGOS

IMPACTOS DIRETOS NO TRATAMENTO DE ÁGUA E NA SEGURANÇA DA ÁGUA



- **Microrganismos patogênicos;**
- **Nitrogênio amoniacal;**
- Microalgas e Cianobactérias;
- Compostos odoríferos;
- Elevadas concentrações de SST (turbidez);
- Metais pesados;
- Matéria orgânica natural (MON);
- Contaminantes orgânicos emergentes*:
 - Agrotóxicos;
 - Cianotoxinas;
 - Surfactantes;
 - Subprodutos organo-halogenados;
 - Hormônios, antibióticos e outros fármacos;
 - Aditivos industriais (alquifenóis);
 - Produtos de higiene pessoal.

* efeitos atribuídos à exposição crônica, visto que esses compostos ocorrem em concentrações extremamente baixas nas águas superficiais (nanograma a picograma por litro), o que torna ainda mais complexa a análise de avaliação de risco.

RESOLUÇÃO CONAMA N.357/2005

A **CONAMA 357/2005** dispõe:

- Sobre as condições, padrões e exigências para lançamento, direto ou indireto, de efluentes nos corpos de água;
- Sobre a classificação dos corpos de água doces, salobras e salinas e diretrizes ambientais para o seu enquadramento em classes:
 - As classes são definidas por um conjunto de **condições e padrões de qualidade necessários ao atendimento dos usos** preponderantes, atuais ou futuros;

*“[Art. 38]§ 1º O enquadramento do corpo hídrico será definido pelos usos preponderantes **mais restritivos** da água, atuais ou pretendidos.*

§ 2º Nas bacias hidrográficas em que a condição de qualidade dos corpos de água esteja em desacordo com os usos preponderantes pretendidos, deverão ser estabelecidas metas obrigatórias, intermediárias e final, de melhoria da qualidade da água para efetivação dos respectivos enquadramentos, excetuados nos parâmetros que excedam aos limites devido às condições naturais.”

USO: Abastecimento Humano (Águas Doces).

Classe especial: abastecimento para consumo humano com desinfecção;

Classe 1: abastecimento humano após tratamento simplificado;

Classe 2: abastecimento após tratamento convencional;

Classe 3: abastecimento após tratamento convencional ou avançado;

Classe 4: não é possível utilização para abastecimento humano, os usos englobam apenas navegação e harmonia paisagística;



RESOLUÇÃO CONAMA N.357/2005

Parâmetro	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4
Utilização	Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; Recreação de contato primário (natação, mergulho); Irrigação de hortaliças e frutas consumidas cruas; entre outros.	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; Recreação de contato primário; Irrigação de hortaliças, parques; Aqüicultura e pesca; entre outros.	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; Recreação de contato secundário; Pesca amadora; Dessedentação de animais	Navegação; Harmonia paisagística
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)*	200	1000	2.500 (recreação de contato secundário); 1.000 (dessedentação de animais); 4.000 (demais usos)	-
DBO 5,20 (mg/L)	3	5	10	-
Oxigênio dissolvido (mg/L)	≥ 6,0	≥ 5,0	≥ 4,0	≥ 2,0
Turbidez (uT)	40	100	100	-
Cor verdadeira (uH)	Nível de cor natural do corpo de água	75	75	-
pH	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Clorofila a (µg/L)	10	30	60	-
Densidade de cianobactérias (cél/mL)	20.000	50.000	100.000; 50.000 (dessedentação de animais)	-
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	500	500	500	-
Fósforo total (mg/L)	0,1 (ambiente lótico)	0,1 (ambiente lótico)	0,15 (ambiente lótico)	-
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	3,7 mg/L, para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L, para pH > 8,5	3,7 mg/L, para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L, para pH > 8,5	13,3 mg/L, para pH ≤ 7,5; 5,6 mg/L, para 7,5 < pH ≤ 8,0 2,2 mg/L, para 8,0 < pH ≤ 8,5 1,0 mg/L, para pH > 8,5	-
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno - Surfactantes (mg/L)	0,5	0,5	0,5	-



* Em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de 1 ano, com frequência bimestral. A *E. coli* pode ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes, de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

ETA ciclo completo 80 L/s



Piora significativa da qualidade da água dos mananciais (condição acentuada na estiagem):

- Concentrações elevadas de nitrogênio amoniacal $> 20 \text{ mg/L N-NH}_3$;
- Concentrações elevadas de carbono orgânico total $> 50 \text{ mg/L COT}$;
- Densidade de organismos patogênicos *E.Coli* $> 500.000/100 \text{ mL}$;
- Cianobactérias e cianotoxinas Cianobactérias $> 10^6 \text{ cel/mL}$;
- OD $< 2 \text{ mg/L}$;
- DBO_{5,20} $> 20 \text{ mg/L}$.

ETA ciclo completo 550 L/s

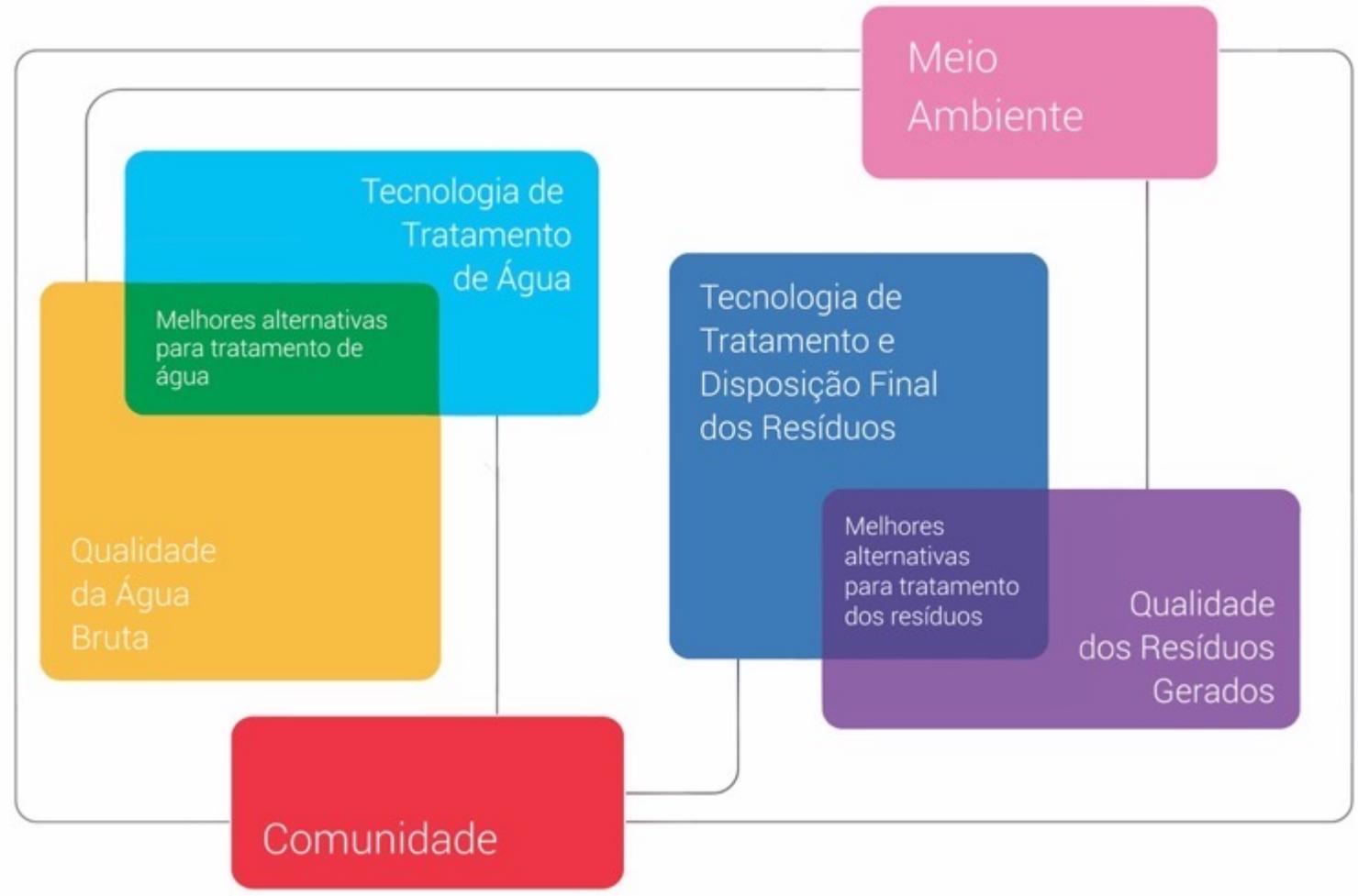
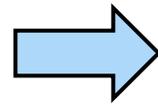
19 Mai  24°C 20 Mai 



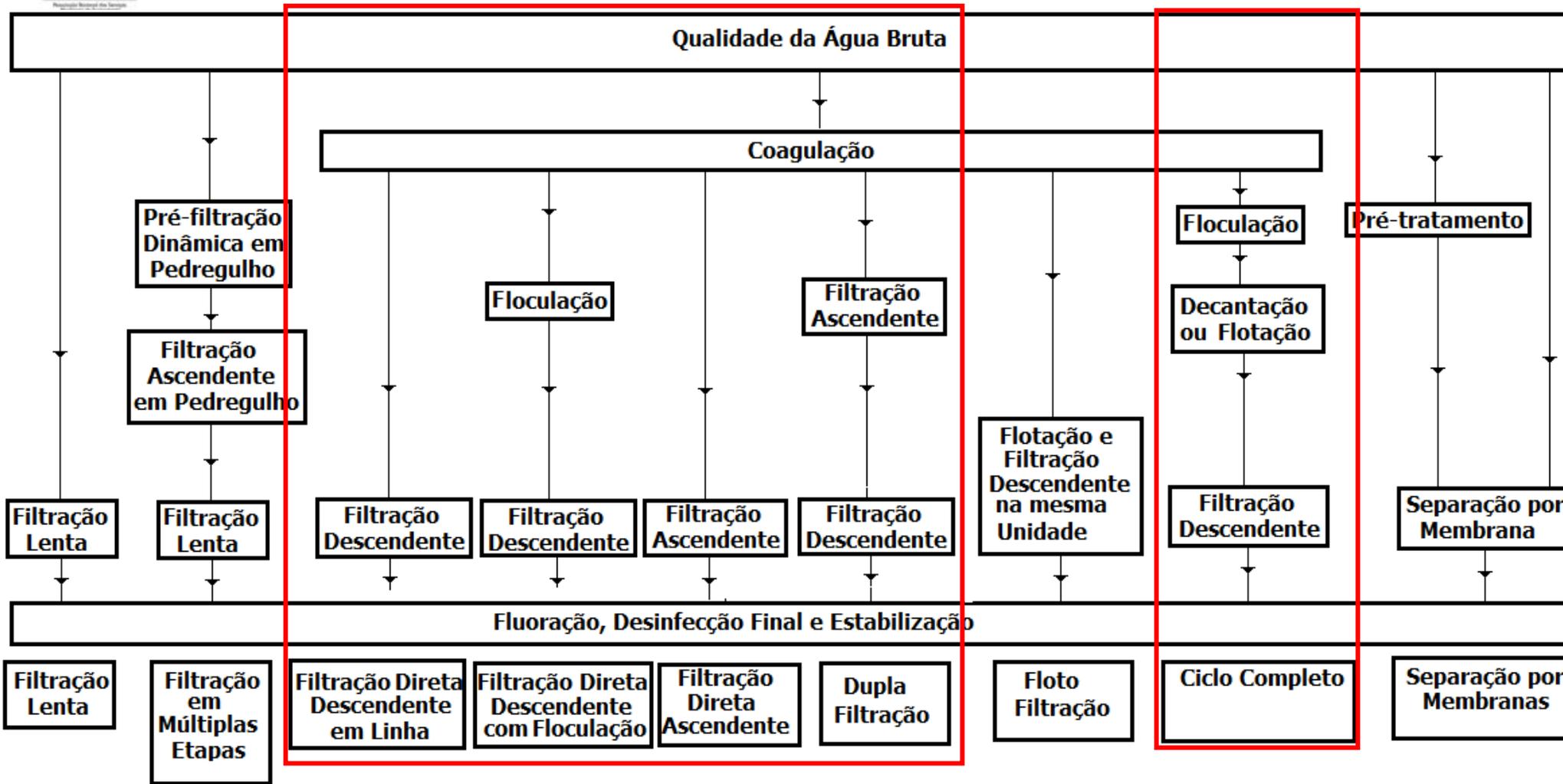
PILARES DA SEGURANÇA DA ÁGUA

Conceito de tratamento integrado

Aspectos envolvidos na seleção prévia das tecnologias de tratamento de água e de tratamento de resíduos.



TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO



Atendimento aos VMPs do padrão de potabilidade garante a segurança da água?

Reuso indireto não planejado!



TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO

Ozônio

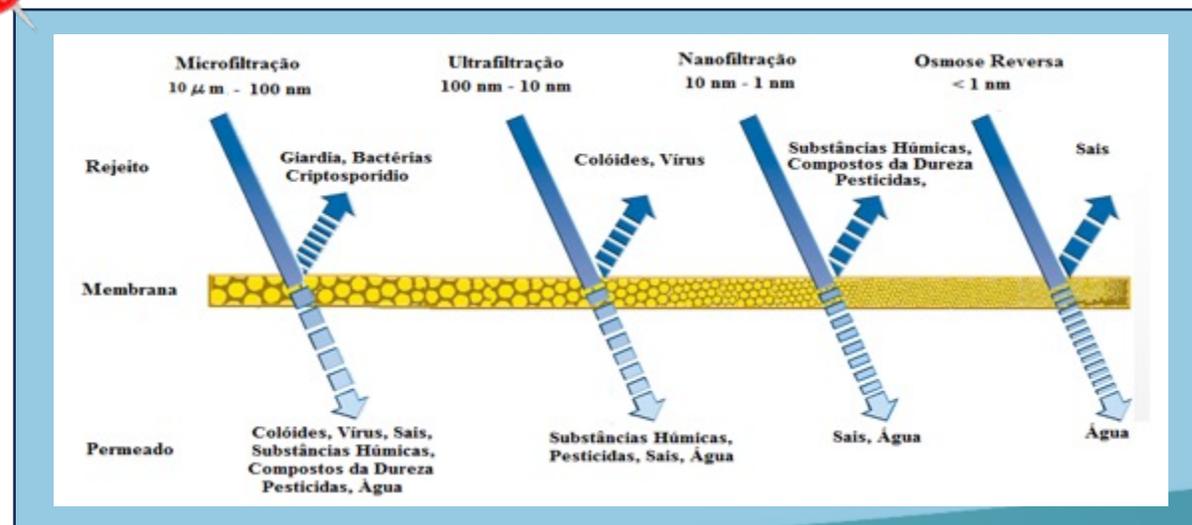


Dióxido de cloro

Radiação UV



- Filtro de Carvão Ativado Granular
- Filtro Biológico de Carvão Ativado Granular



SEGURANÇA DA ÁGUA



IV - padrão organoléptico: conjunto de valores permitidos para os parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde;

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

EXEMPLO 1 - ETA Ciclo Completo 720 L/s



Tabela 3 - Acompanhamento da água bruta na Entrada da ETA

29/08/2021	Amônia mg/L	COR (UC)	COR visual	ODOR
02:30	20,8	-	-	-
10:00	13,5	1060	Cinza	Característico de esgoto
11:00	13,5	940	Cinza	Característico de esgoto
12:30	13,7	493	Cinza	Característico de esgoto
14:00	3,2	410	Cinza	Levemente atípico

EXEMPLO 1

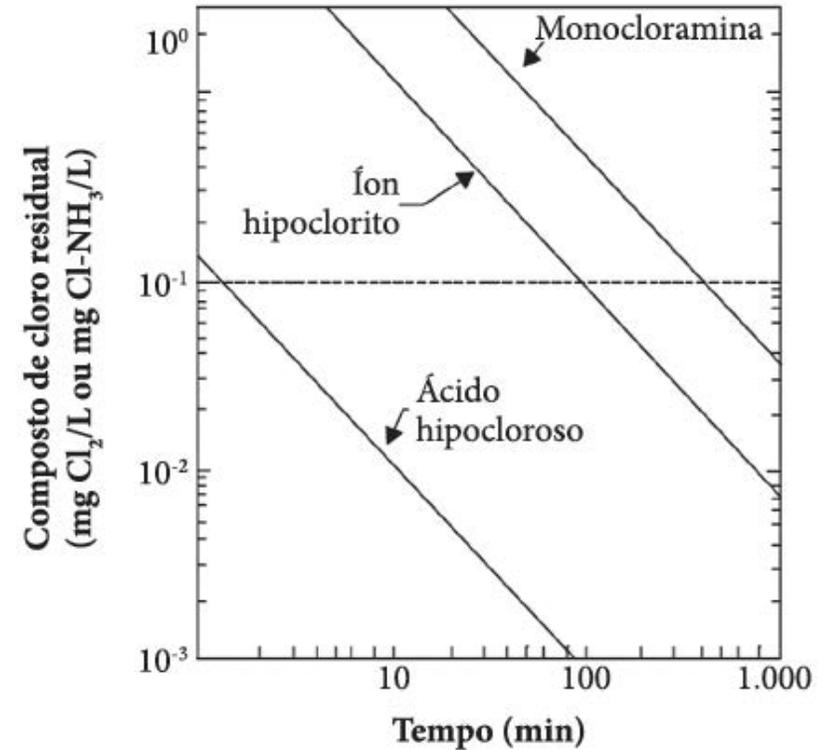
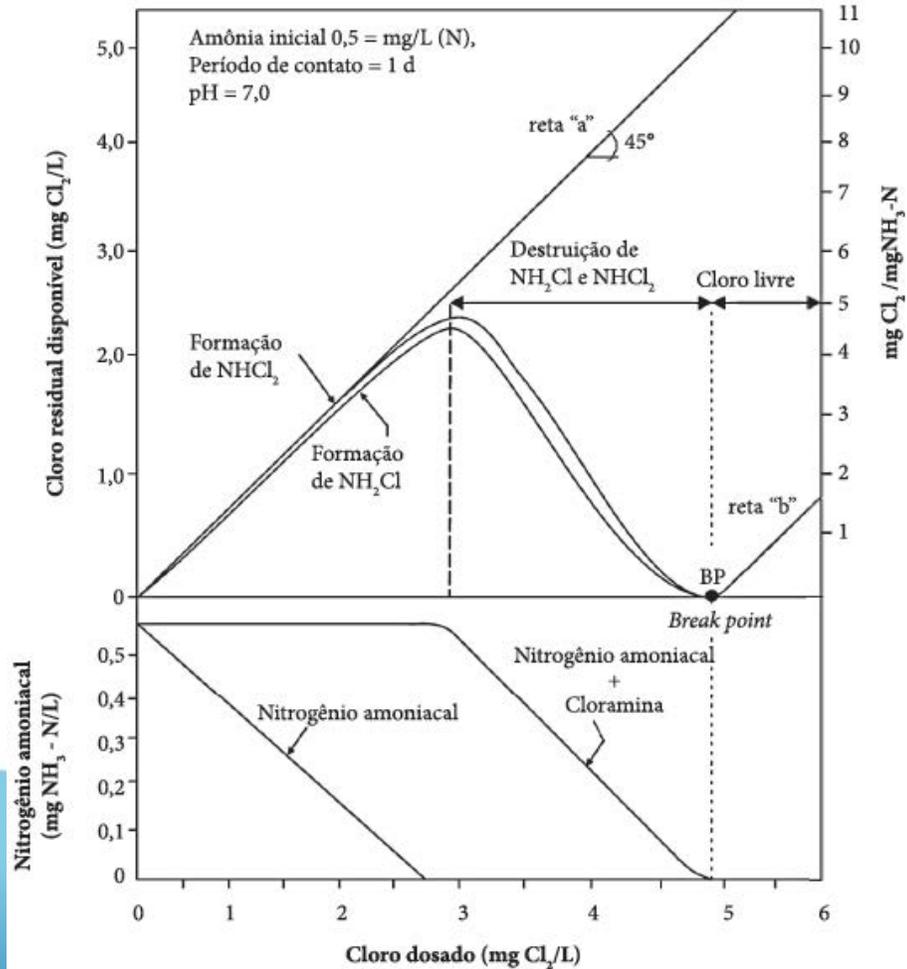
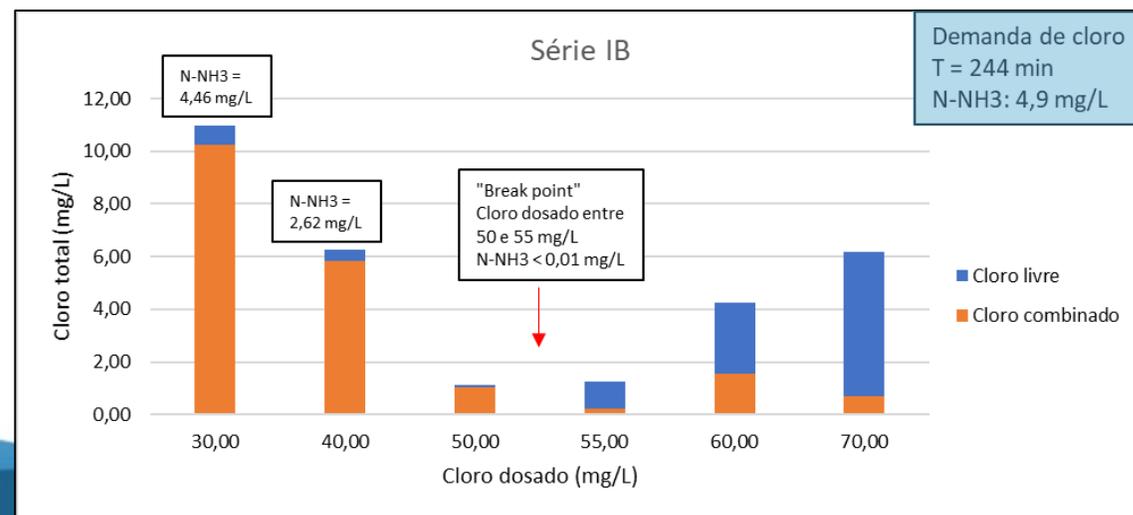
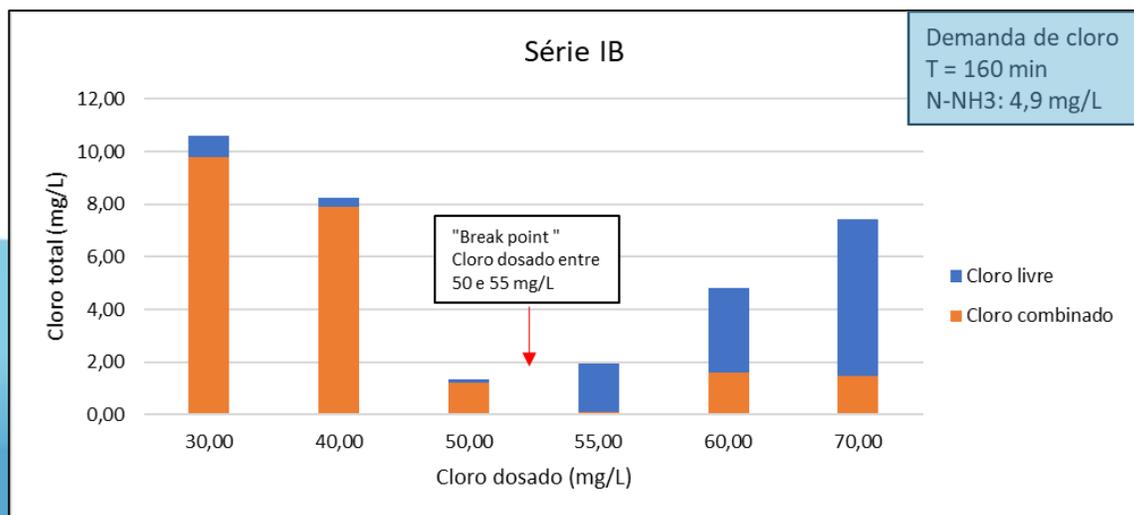
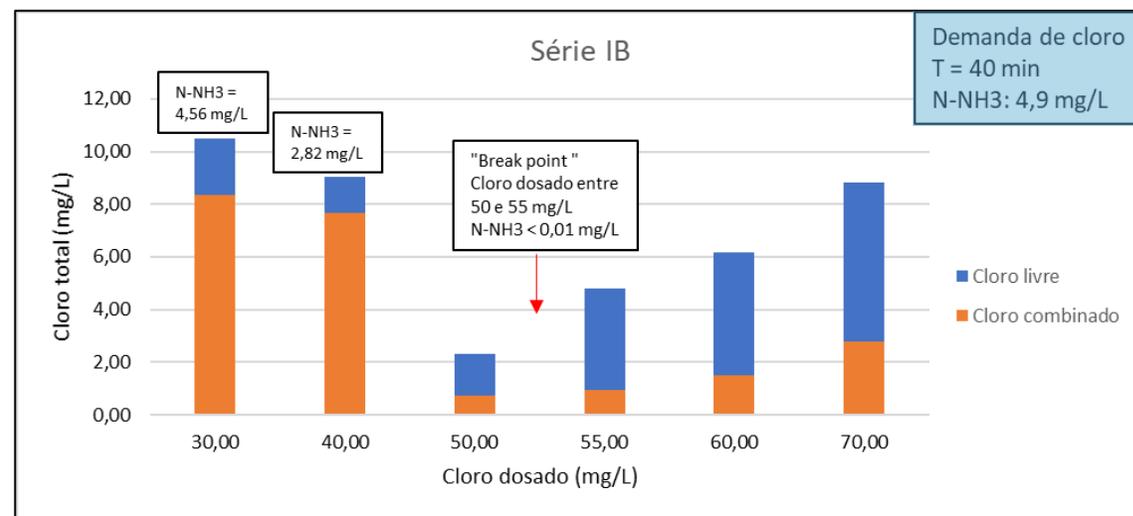
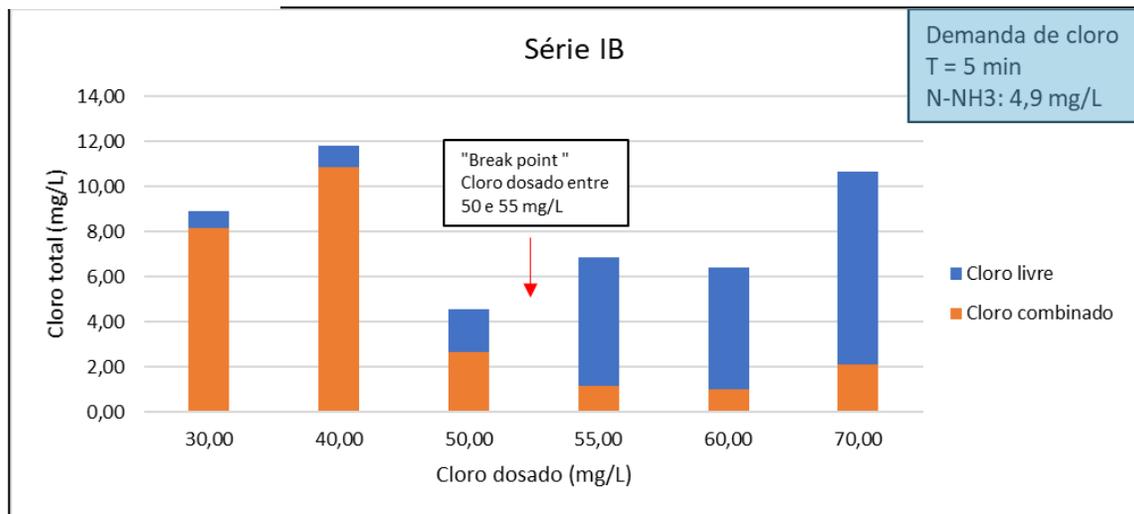


Figura 13.52. Comparação da concentração residual de diferentes compostos de cloro e tempo de contato para 99% de inativação de *E. coli* em água com temperatura entre 2 e 5°C (Logsdon, 1988).

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

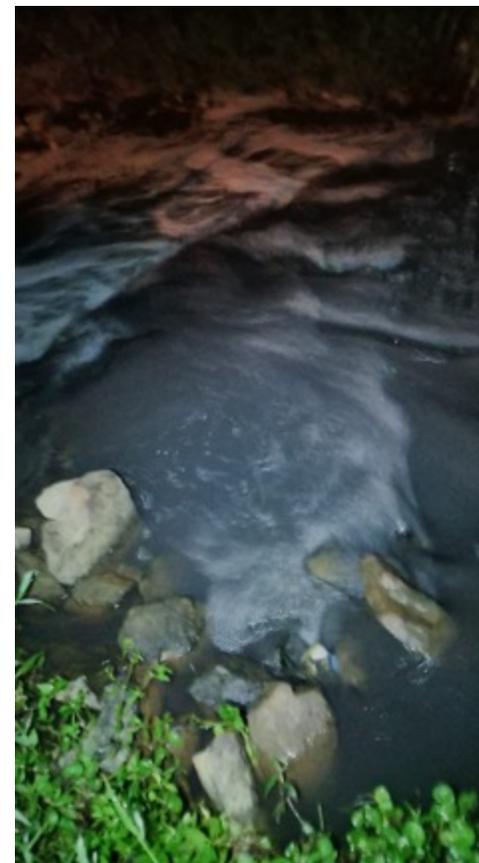
EXEMPLO 1



EXEMPLO 2

ETA Ciclo Completo 100 L/s

- Pré-tratamento: pré-oxidação com cloro (dosagem insuficiente para cloração ao breakpoint);
- COT > 50 mg/L;
- Fenol > 1,5 mg/L;
- *E Coli* > 10.000/100 mL;
- OD < 2 mg/L;
- Reclamação água distribuída com “gosto de plástico”.



EXEMPLO 3

ETA Ciclo Completo 900 L/s

- Pré-tratamento: pré-oxidação com cloro (dosagem insuficiente para cloração ao *breakpoint*);
- Amônia > 6,0 mg/L N-NH₃;
- *E Coli* > 20.000/100 mL;
- OD < 2 mg/L.



Flotação nos decantadores e carregamento para os filtros, obstruindo-os em poucas horas de funcionamento;

- Carreiras de filtração de 4 h;
- AÇÃO CORRETIVA: caminhão limpa fossa; redução de vazão.

EXEMPLO 4

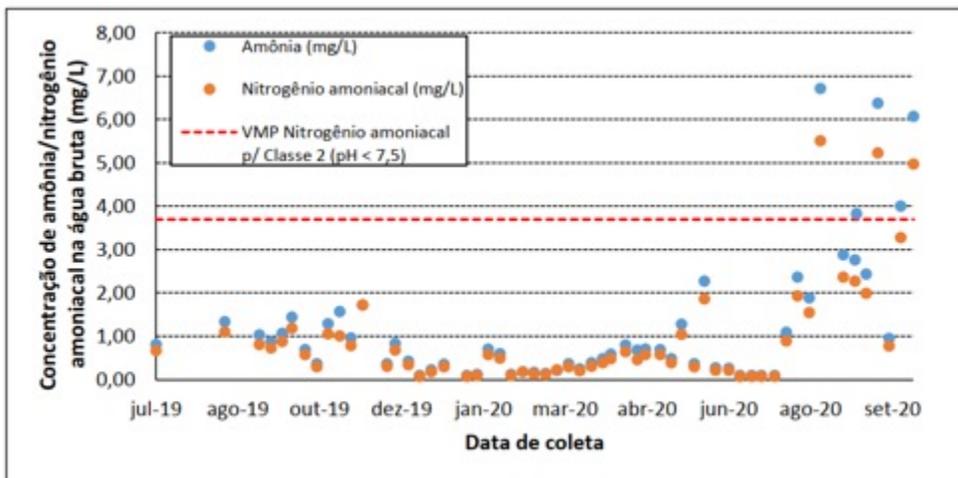
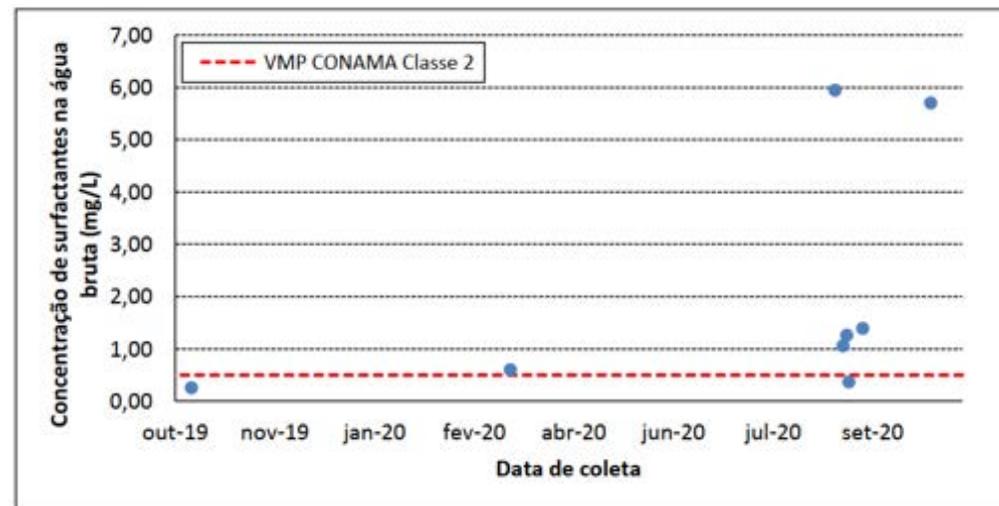
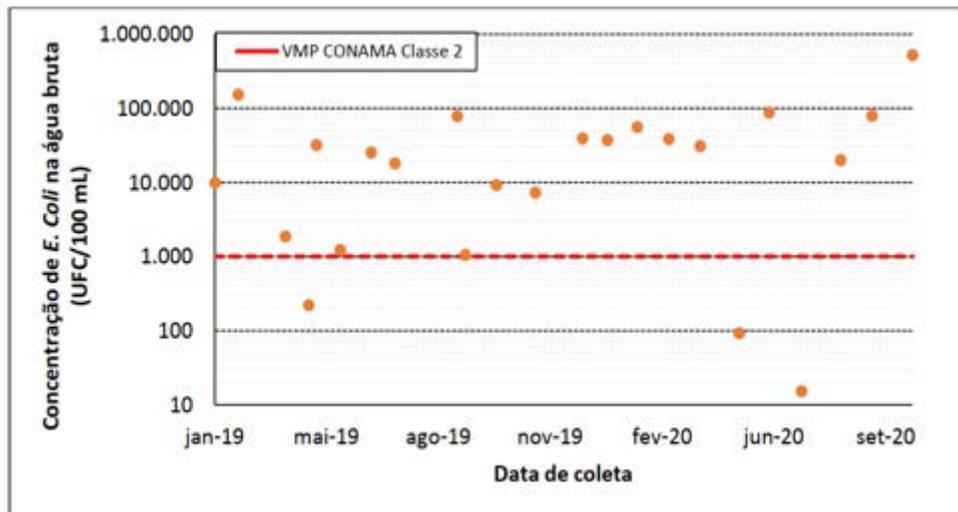
ETA Ciclo Completo 120 L/s

- **Classificação oficial: Classe 2;**
- Lançamento de esgoto sanitário e efluentes industriais sem tratamento adequado a montante da captação – situação agravada em períodos de estiagem;
- Ocorrência de formações excessiva de espumas;



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

EXEMPLO 4



Perigos:

Microbiológico: patogênicos;

Químicos (orgânico): surfactantes, subprodutos orgânicos halogenados;

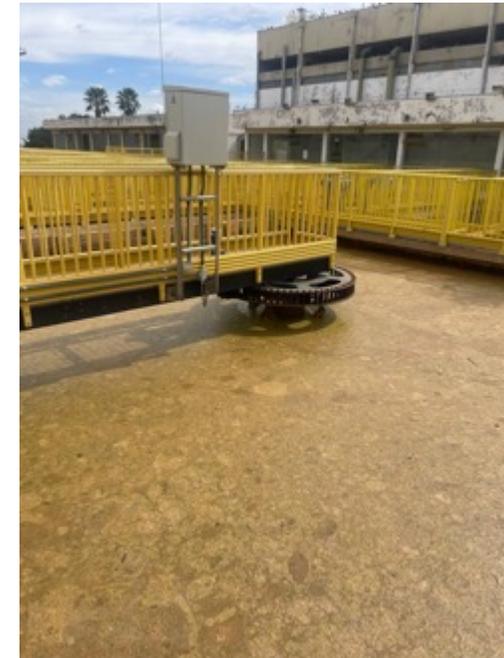
Químicos (inorgânico): nitrogênio amoniacal, cloraminas.



PERIGO QUÍMICO (ORGÂNICOS)

A presença de microalgas e/ou cianobactérias em águas pode ocasionar:

- Aumento de matéria orgânica particulada;
- Aumento de substâncias orgânicas dissolvidas que podem conferir odor e sabor à água;
- Toxicidade;
- Flotação nos decantadores e carregamento para os filtros, obstruindo-os em poucas horas de funcionamento;
- Precursores da formação de compostos organoclorados;
- Incremento da cor da água;
- Servir de substrato para o crescimento de bactérias na estação de tratamento;
- Aumento do pH e de suas flutuações diárias.



EXEMPLO 5

ETA filtração direta 7000 L/s

- **Água bruta:** densidade de cianobactérias até > 500.000 cél/mL;
- **Água tratada:** densidade de cianobactérias até cerca de 25.000 cél/mL.

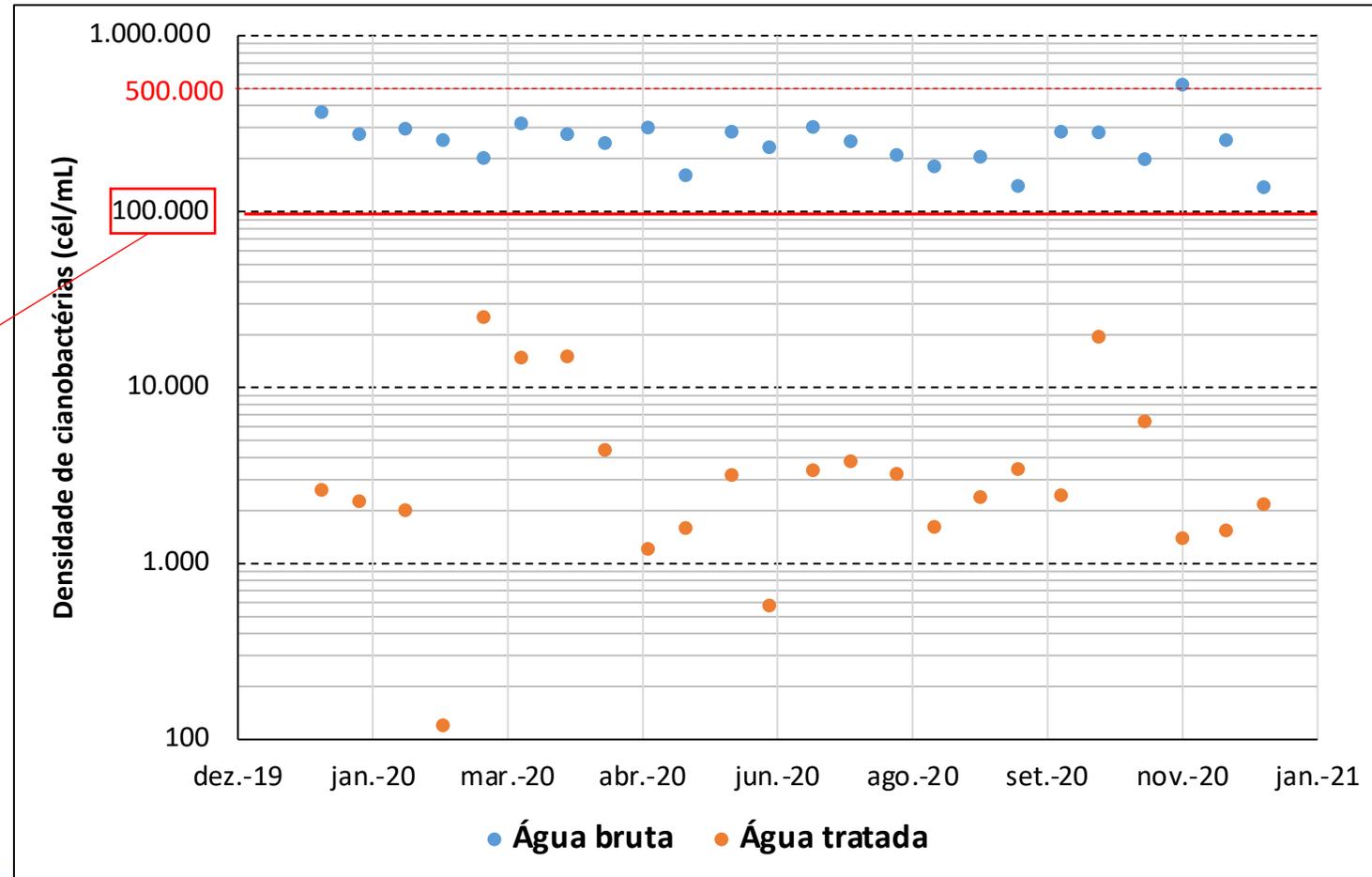
VMP CONAMA
357/2005 p/
Classe 3



Risco elevado cianotoxinas;
Risco elevado SOH;
Risco elevado gosto e odor;



Barreiras nas nossas ETAs?
Qual densidade na água tratada é segura?
Qual fonte nutrientes?
Esgoto sanitário?
Risco microbiológico?



PILARES DA SEGURANÇA DA ÁGUA



Planejamento



Preservação do manancial



Múltiplas barreiras, tecnologia compatível com a qualidade da água bruta, hidráulica adequada (ETAs operando sem sobrecarga)



Procedimentos operacionais adequados e equipamentos confiáveis



Equipe qualificada e treinada



Muito obrigada!
Dúvidas?



Realização:



Av. São Carlos, 2205, sl.106
CEP: 13560-900
São Carlos SP
tel. 16 3371 3466
contato@hidrosanengenharia.com.br

Av. São Carlos, 2205, r. 106
Zip Code 13560-900
São Carlos SP Brazil
phone +55 16 3371 3466

www.hidrosanengenharia.com.br