



XIII SESMA
Seminário Estadual de Saneamento e Meio Ambiente



PLANOS DE SEGURANÇA DA ÁGUA NO BRASIL

EXPERIÊNCIAS, APRENDIZADOS E REFLEXÕES

ANGELA DI BERNARDO DANTAS

28/11/2023

EXPERIÊNCIAS, APRENDIZADOS E REFLEXÕES

Pilares da segurança da água



Planejamento



Preservação do manancial



Múltiplas barreiras, hidráulica adequada (ETAs operando sem sobrecarga)



Procedimentos operacionais adequados e equipamentos confiáveis



Equipe qualificada e treinada

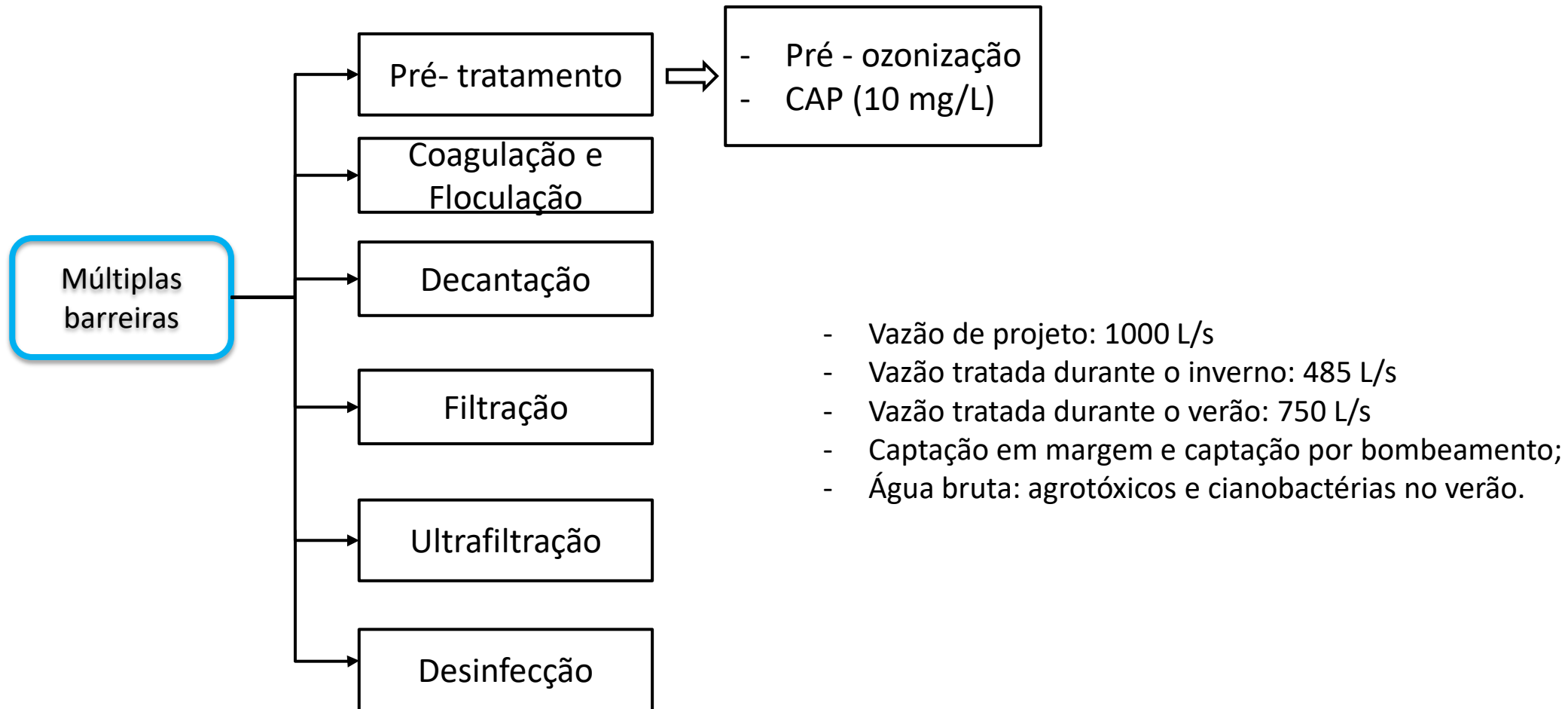
EXPERIÊNCIAS, APRENDIZADOS E REFLEXÕES

ETA ANGERS - FRANÇA



EXPERIÊNCIAS, APRENDIZADOS E REFLEXÕES

ETA ANGERS



EXPERIÊNCIAS, APRENDIZADOS E REFLEXÕES

ETA ANGERS



Meio filtrante de areia, carreiras de filtração de 15 a 20 h

Filtralite implantado há 2 anos, carreiras de filtração de 50 a 80 h

Lavagem com ar seguida da lavagem com água (40 m/h e expansão de 15%)

FILTRAÇÃO

3 linhas - 6 filtros cada linha

Filtração com taxa constante e nível constante

Taxa de filtração (inverno): $167 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$
(42000 m^3/dia em uma linha 6 filtros)

Taxa de filtração (verão): $258 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$
(65000 m^3/dia em duas linhas 6 filtros – 12 no total)

Taxa de filtração (projeto): $120 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$
(90000 m^3/dia em três linhas 6 filtros – 18 no total)

EXPERIÊNCIAS, APRENDIZADOS E REFLEXÕES

ETA ANGERS

FILTRAÇÃO E ULTRAFILTRAÇÃO

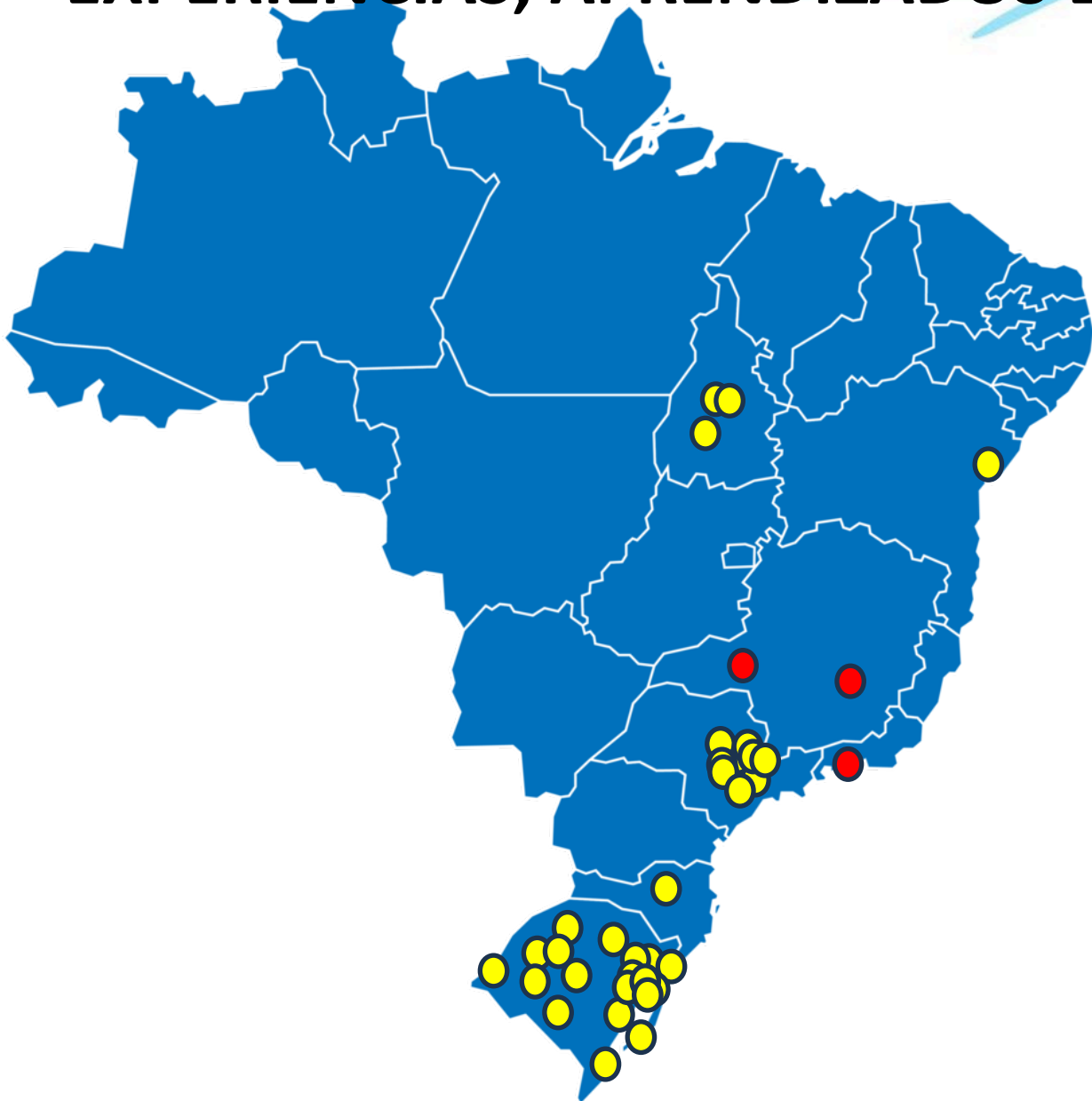
Principais
motivações

Aumento da
eficiência da
ultrafiltração

Redução de perdas
Lavagem dos filtros e lavagem da UF



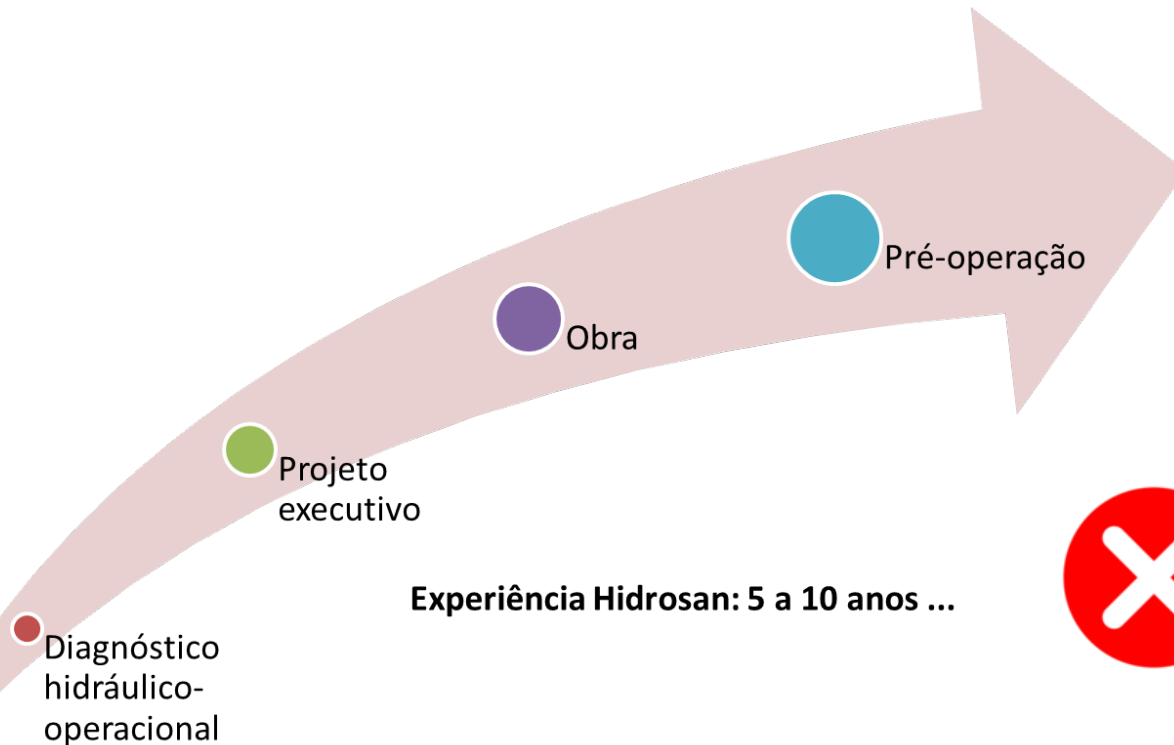
EXPERIÊNCIAS, APRENDIZADOS E REFLEXÕES



- ☐ Formas de atuação da Hidrosan nos PSAs:
 - Elaboração do PSA;
 - Elaboração do PSA em conjunto com PDA;
 - Apoio técnico na elaboração do PSA;
 - Apoio técnico na implementação do PSA;
 - Treinamentos;
 - Elaboração do PSA em indústrias.

2018-2023: + 16 milhões de pessoas, + 35 PSAs

EXPERIÊNCIAS, APRENDIZADOS E REFLEXÕES



Experiência: mais de 300 estudos, consultorias e projetos de reforma e ampliação de ETAs

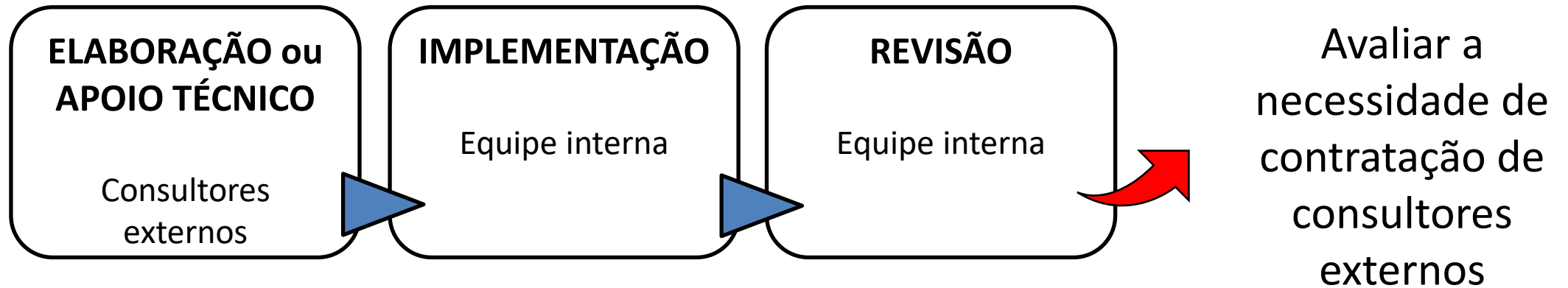
- Capacitação da equipe operacional;
- Otimização de processos e redução de custos operacionais;
- Melhorias na segurança da água no curto prazo;
- Priorização das ações e investimentos em função dos riscos;
- Operação para prevenção de riscos;
- Sistematização das informações e criação/atualização de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

... em muitos casos, melhorias durante a elaboração do PSA!



EXPERIÊNCIAS, APRENDIZADOS E REFLEXÕES

✓ Consultoria externa



Trabalho de colaboração técnica!

- **PRECISA TER O ENVOLVIMENTO DA EQUIPE QUE IRÁ IMPLEMENTAR O PSA**

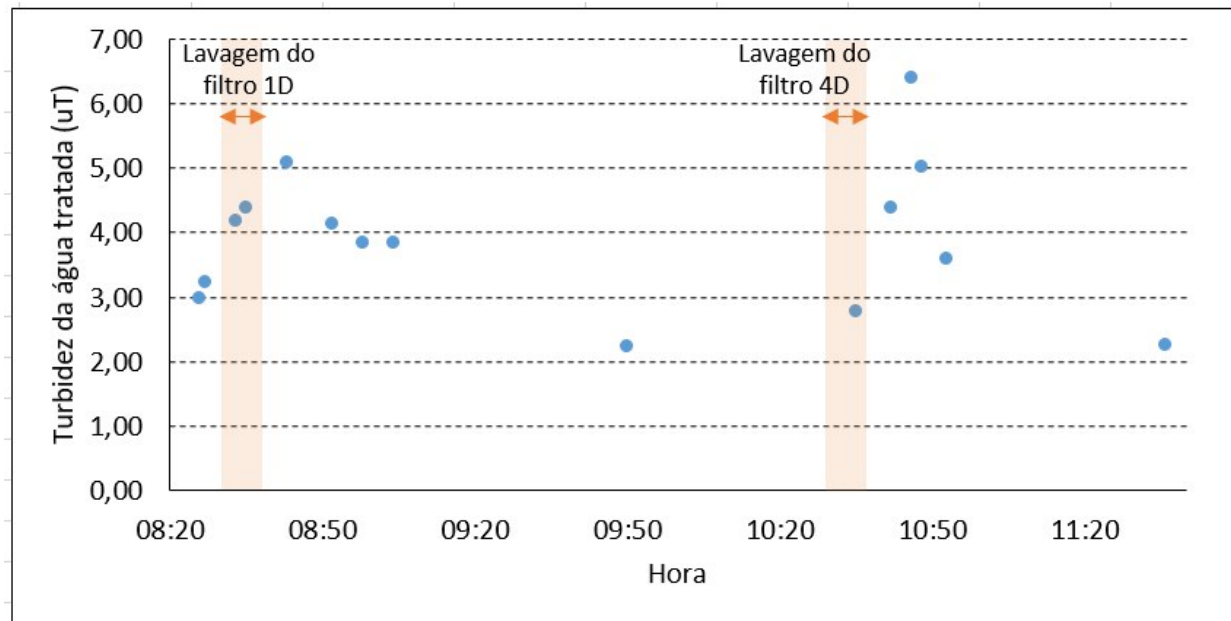


EXPERIÊNCIAS, APRENDIZADOS E REFLEXÕES

- ✓ Conhecimento da realidade local (porte do município, interferências políticas, equipe operacional, etc.) e das particularidades de cada cliente (Companhias de Saneamento, DAAEs, Prefeituras, Concessionárias);
 - ✓ Não pode virar “Copia e Cola”!
- ✓ Prazo para elaboração do PSA: mínimo de 6 meses para facilitar o envolvimento da equipe de implementação do PSA (cliente);
 - ✓ Diagnóstico aprofundado;
 - ✓ Amadurecimento dos conceitos de segurança da água;
 - ✓ Definição e capacitação da equipe de implementação do PSA;
- ✓ Visitas de campo (várias) – imprescindíveis!!! Não se faz PSA sem visita técnica!
 - ✓ “Quebrar o gelo” – Treinamento inicial para explicar que o PSA não é uma auditoria em busca de “culpados”;
 - ✓ Entendimento do dia a dia da operação;
 - ✓ Entendimento das macro causas dos eventos perigosos;
 - ✓ Proposição de medidas de controle adequadas ao SAA.

EXPERIÊNCIAS, APRENDIZADOS E REFLEXÕES

EXEMPLO - FILTRAÇÃO



Picos de turbidez na água filtrada geral, superando 6,00 uT, durante/após lavagem de cada filtro



EXPERIÊNCIAS, APRENDIZADOS E REFLEXÕES

EXEMPLO - FILTRAÇÃO

Evento perigoso: velocidade ascensional de água para lavagem elevada

Perigo: Microrganismos patogênicos

Justificativa:

- Afogamento das calhas de coleta durante a lavagem com água;
- Perda de material filtrante;
- Menores espessuras favorecem a ocorrência de transpasse (perda dos finos);
- Transpasse inicial de turbidez acima de 1 uT com duração acima de 2 h.

MACROCAUSA				SEVERIDADE	EXPOSIÇÃO	RISCO	
AE	I	O	P			VALOR	CLASSIF.
	X	X	X	4	3	12	ALTO



Medidas de controle:

1. Elaboração de POPs com adequação dos procedimentos de lavagem e de filtração, e treinamento dos operadores;
2. Automação das válvulas e equipamentos do sistema de lavagem.

Ponto crítico de controle (PCC):
Saída de cada filtro
(água filtrada individual)

Parâmetro de monitoramento:

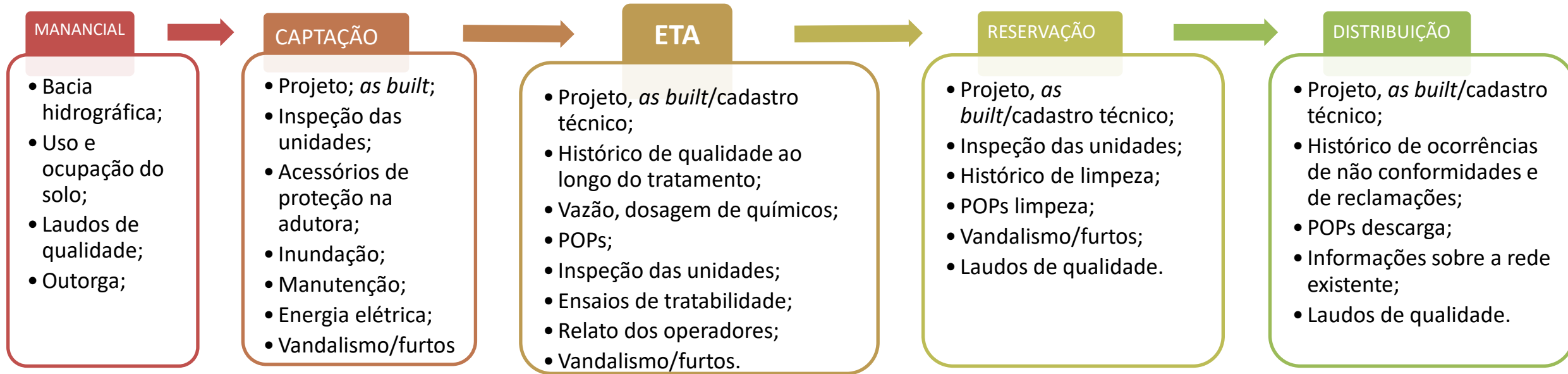
Turbidez
Limite operacional (LO): 0,5 uT
Limite crítico (LC): 1,0 uT

EXPERIÊNCIAS, APRENDIZADOS E REFLEXÕES

✓ Dados sobre o SAA

- Necessidade de histórico de dados do SAA e validações com a equipe operacional para entendimento da exposição ao perigo (mínimo 1 ano, adequado > 2 anos);

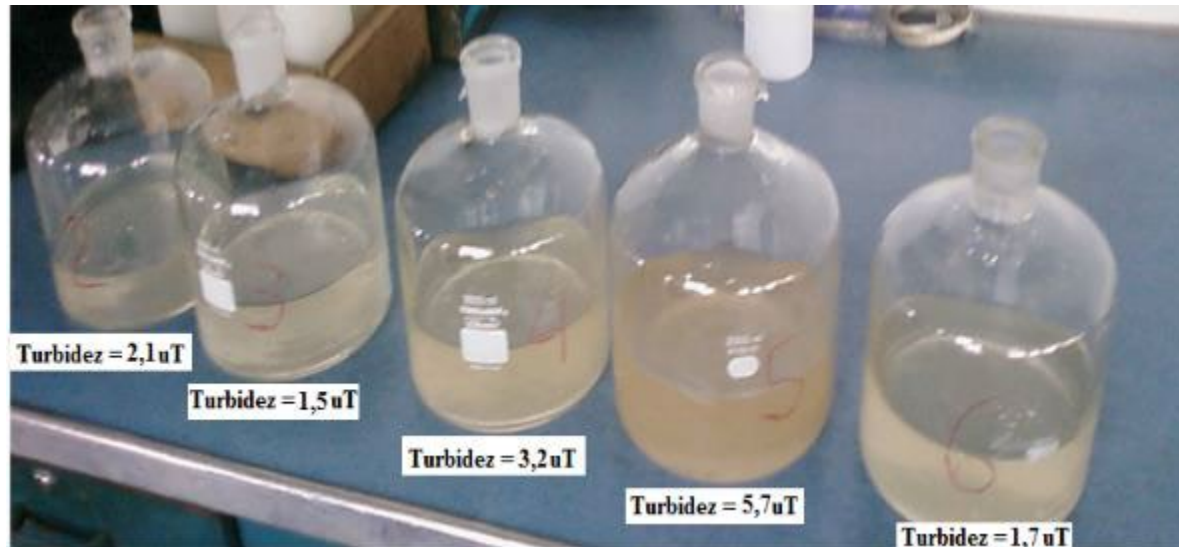
Pode ser feito bom PSA sem dados sobre o SAA????



EXPERIÊNCIAS, APRENDIZADOS E REFLEXÕES

- ✓ Qualificação técnica da equipe operacional

Água com boa aparência?



Operação: entendimento de 5,0 uT como água de boa qualidade!

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;

§ 2º Em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede) ou pontos de consumo deverá atender ao VMP de 5,0 uT para turbidez.



EXPERIÊNCIAS, APRENDIZADOS E REFLEXÕES

✓ Desconhecimento e confusão de siglas: PSA x PSH x PDA x PMSB x PDA

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.

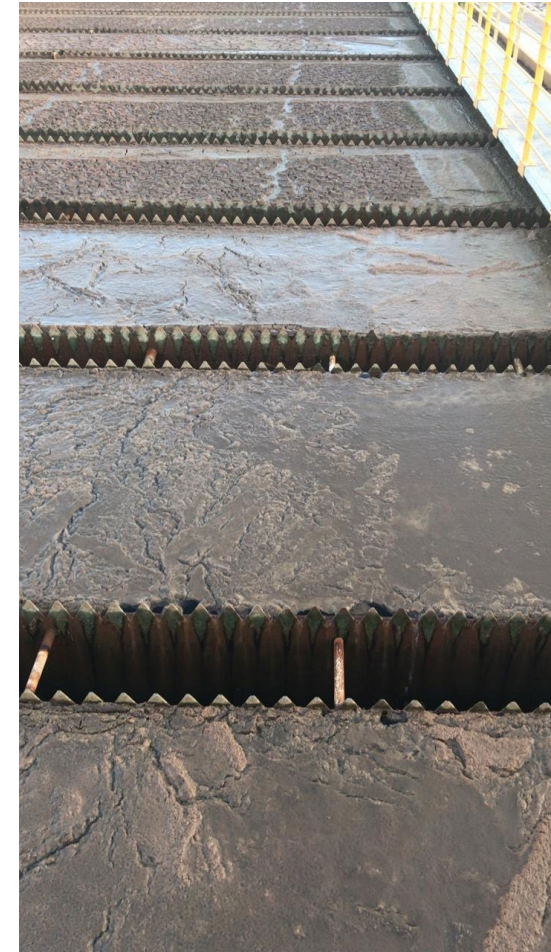
Possui uma abordagem mais simplificada para cada serviço e generalista do que planos mais específicos, como o PDA, PDE e o PMRS.

EXPERIÊNCIAS, APRENDIZADOS E REFLEXÕES

✓ Desafios: Elaboração x Implementação

ETA Ciclo Completo 900 L/s

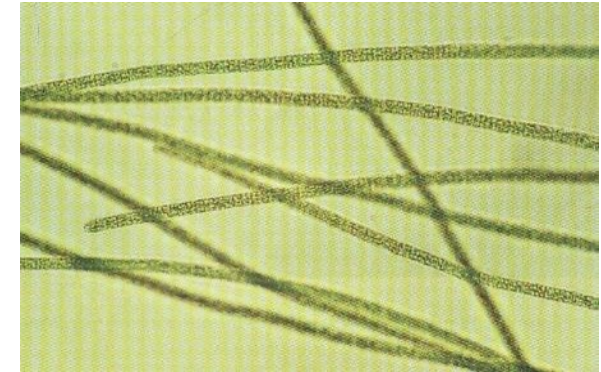
- Pré-tratamento: pré-oxidação com cloro (dosagem insuficiente para cloração ao *breakpoint*);
- Amônia > 6,0 mg/L N-NH₃;
- *E Coli* > 20.000/100 mL;
- OD < 2 mg/L.



EXPERIÊNCIAS, APRENDIZADOS E REFLEXÕES



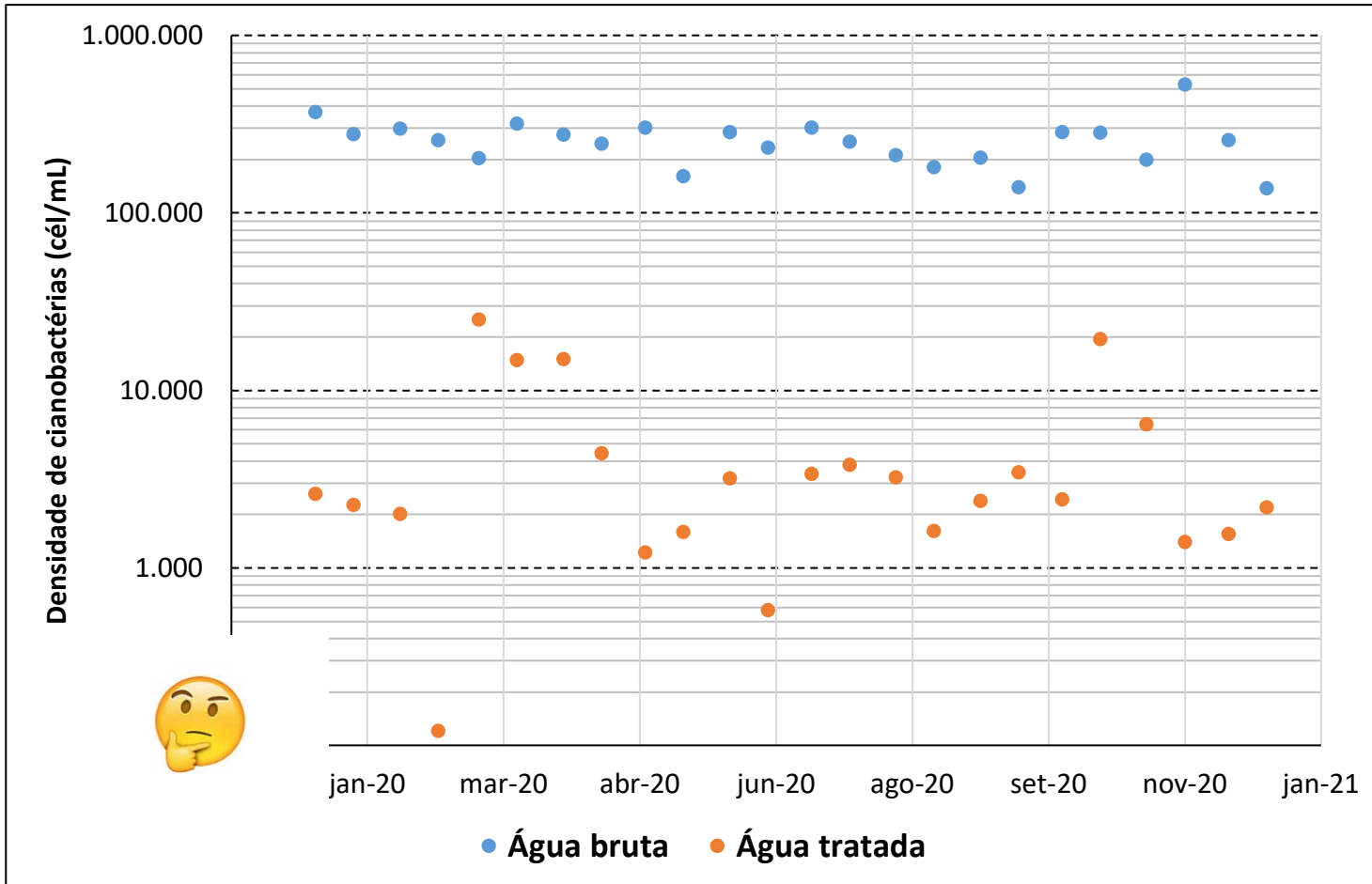
Barreiras nas
nossas ETAs?
Qual densidade na
água tratada é
segura?
Qual fonte
nutrientes? Esgoto
sanitário? Risco
microbiológico?



Planktothrix agardhii



*Cylindrospermopsis
raciborskii*

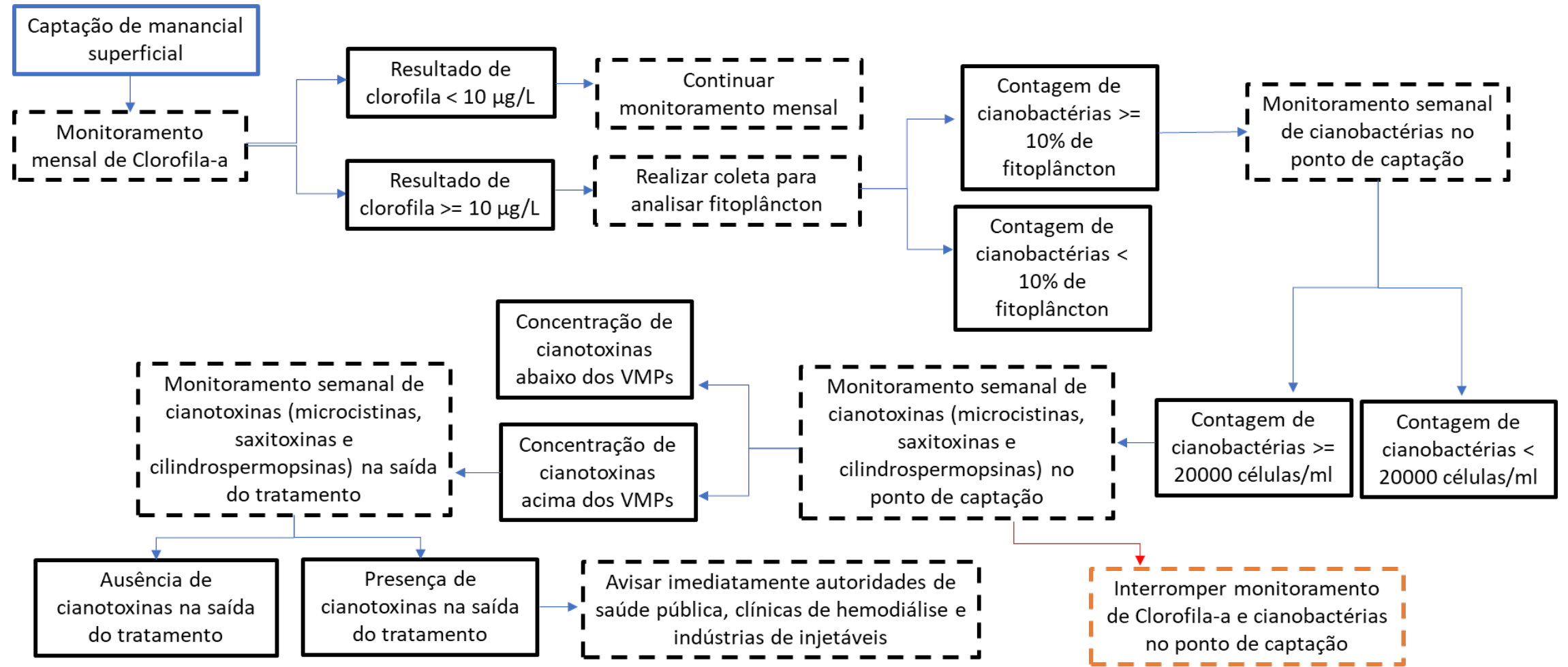


EXPERIÊNCIAS, APRENDIZADOS E REFLEXÕES

Amostra 1	Bruta	Coagulada	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3	Tratada	Água de lavagem do filtro 1
SST (mg/L)	7,30	18,50	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	205,00
COT (mg/L)	10,84	-	8,015	8,144	8,382	8,025	-
COD (mg/L)	8,191	-	7,903	7,564	7,823	7,500	-
Turbidez (uT)	9,33	10,1	0,72	0,84	0,99	0,55	34,7
Densidade de cianobactérias (cél/mL)	318.038,8	-	8.717,5	20.580,1	18.495,8	7.389,0	567.234,5
Tempo de operação do filtro (horas)	4,5 horas						

Amostra 2	Bruta	Coagulada	Filtro 14	Filtro 15	Filtro 16	Tratada	Água de lavagem do filtro 16
SST (mg/L)	12,70	11,90	<2,00	2,00	<2,00	<2,00	390,00
COT (mg/L)	10,790	-	8,008	8,287	8,078	8,218	-
COD (mg/L)	8,592	-	7,785	7,720	7,698	7,797	-
Turbidez (uT)	9,95	10,3	1,08	0,93	0,92	0,61	180,0
Densidade de cianobactérias (cél/mL)	168.882,3	-	13.964,5	13.298,5	12.259,7	8.853,6	941.831,2
Tempo de operação do filtro (horas)	5 horas						

EXPERIÊNCIAS, APRENDIZADOS E REFLEXÕES



EXPERIÊNCIAS, APRENDIZADOS E REFLEXÕES



- Confiabilidade analítica?
- Jarteste?
- Segurança da água?
- SISAGUA?

EXPERIÊNCIAS, APRENDIZADOS E REFLEXÕES

✓ Desafios: Elaboração x Implementação

ETA Ciclo Completo 400 L/s

ABANDONO!



EXPERIÊNCIAS, APRENDIZADOS E REFLEXÕES



ELABORAÇÃO



IMPLEMENTAÇÃO



PLANO DE AÇÕES



MEDIDAS DE CONTROLE

GESTÃO DE RISCO

- Plano de alerta?! Execução das medidas de controle propostas e ??????
- Gestão de dados: como registrar, organizar e avaliar os dados gerados a partir das atividades do PSA?
- Revisões periódicas: com qual frequência? Equipe interna?
- Auditorias: quem fará a avaliação do PSA e da implementação do PSA?

EXPERIÊNCIAS, APRENDIZADOS E REFLEXÕES

Medidas de controle para riscos “altos” e “muito altos” → priorização das medidas de controle mais urgentes.

CRITÉRIOS DE PRIORIZAÇÃO DAS MEDIDAS DE CONTROLE - Exemplo

Critérios		Nota atribuída			
		1	2	3	4
Aspectos de segurança da água	Prioridade das medidas de controle propostas no PSA	Medida de controle com prioridade máxima na matriz - "1"	Medida de controle com prioridade moderada na matriz - "2"	Medida de controle com prioridade baixa na matriz - "3"	-
	Classificação do risco associado à medida de controle	Risco Muito Alto	Risco Alto	-	-
Aspectos financeiros (Capex e Opex)*		Não requer investimento financeiro	Requer baixo investimento (até 1 milhão de reais)	Requer investimentos consideráveis (entre 1 e 5 milhões de reais)	Requer alto investimento (mais do que 5 milhões de reais)
Prazo		Até 1 ano e meio	Até 3 anos	Até 4 anos	-

Classificação da viabilidade da medida de controle

Resultado numérico	Viabilidade global das medidas de controle
Inferior a 6	A – Viabilidade alta
Entre 7 e 9	B – Viabilidade média
Superior a 10	C – Viabilidade baixa

*Estimado

BOAS PRÁTICAS OPERACIONAIS – MÍNIMO DO MÍNIMO

Foco inicial: melhoria das ETAs existentes

- Elaboração de procedimentos operacionais adequados e capacitação contínua dos operadores;
- Equipamentos e metodologias analíticas confiáveis na ETA para a tomada de decisão (prevenção do risco); mínimo turbidez, cor aparente, pH, cloro livre e jarteste;
- Medir vazão de forma confiável (rotina da ETA);
- Não operar com sobrecarga;
- Coagular adequadamente; NÃO EXISTE filtração rápida sem coagulação !
- Adequação e melhoria das unidades de filtração, com garantia de produção de água filtrada $< 0,5$ uT (individualmente);
- Garantir desinfecção com cloro livre e manter residual de cloro livre na rede de distribuição;
- Não recircular resíduos de ETAs sem tratamento (água de lavagem dos filtros é resíduo de ETA!);
- Manutenção preventiva de materiais e equipamentos;
- Complementações do tratamento convencional com tecnologias viáveis à realidade local (dióxido de cloro, filtralite, CAP, etc.);
- Não permitir a presença de animais na ETA.



SONHO ...



Melhorar a segurança da água no Brasil:

- Capacitação da operação;
- Adequação de POPs;
- Sensibilização de gestores/diretores para as condições mínimas necessárias de infraestrutura nas ETAs (investimentos);

OBRIGADA!



Av. São Carlos, 2205, sl.106

CEP: 13560-900

São Carlos SP

tel. 16 3371 3466

angela@hidrosanengenharia.com.br