

Água para consumo humano:
Regulação, tecnologias aplicadas e segurança da água

Tratamento de águas de abastecimento

Ricardo de Lima Isaac

Departamento de Infraestrutura e Ambiente

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo



Plano de Segurança da Água (PSA)

- **Múltiplas barreiras** preventivas à contaminação dos mananciais reduzem a dependência da segurança do abastecimento de água à eficiência do tratamento nas estações de tratamento de água (ETAs), que podem não ter capacidade para eliminar todos os perigos provenientes das áreas urbanas (RICKERT, CHORUS e SCHMOLL, 2016 *apud* PINTO, 2020). **PSA como ferramenta da gestão para abastecimento na bacia do rio Capivari (Dissertação)**
- A proposição das medidas de controle deve levar em consideração o princípio de **múltiplas barreiras**, segundo o qual a falha de uma barreira pode ser compensada pela efetividade das demais medidas de segurança, minimizando a possibilidade de os contaminantes chegarem até os consumidores (OMS, 2017).
- Tais barreiras são etapas do sistema onde se estabelecem procedimentos para prevenir, reduzir, eliminar ou minimizar a contaminação (BRASIL, 2012).
- Para a **proteção dos mananciais**, que integra a premissa das múltiplas barreiras, é necessário ter o adequado conhecimento das bacias hidrográficas a montante das captações, considerando os fatores físicos, bióticos e socioeconômicos (BRASIL, 2006).
- Embora seja possível que as ETAs tenham capacidade para remoção da contaminação proveniente dessas fontes, é recomendável que sejam buscadas outras soluções anteriores à captação seguindo o princípio das múltiplas barreiras, evitando onerar as **estações de tratamento** com carga excessiva de poluentes.

múltiplas barreiras...

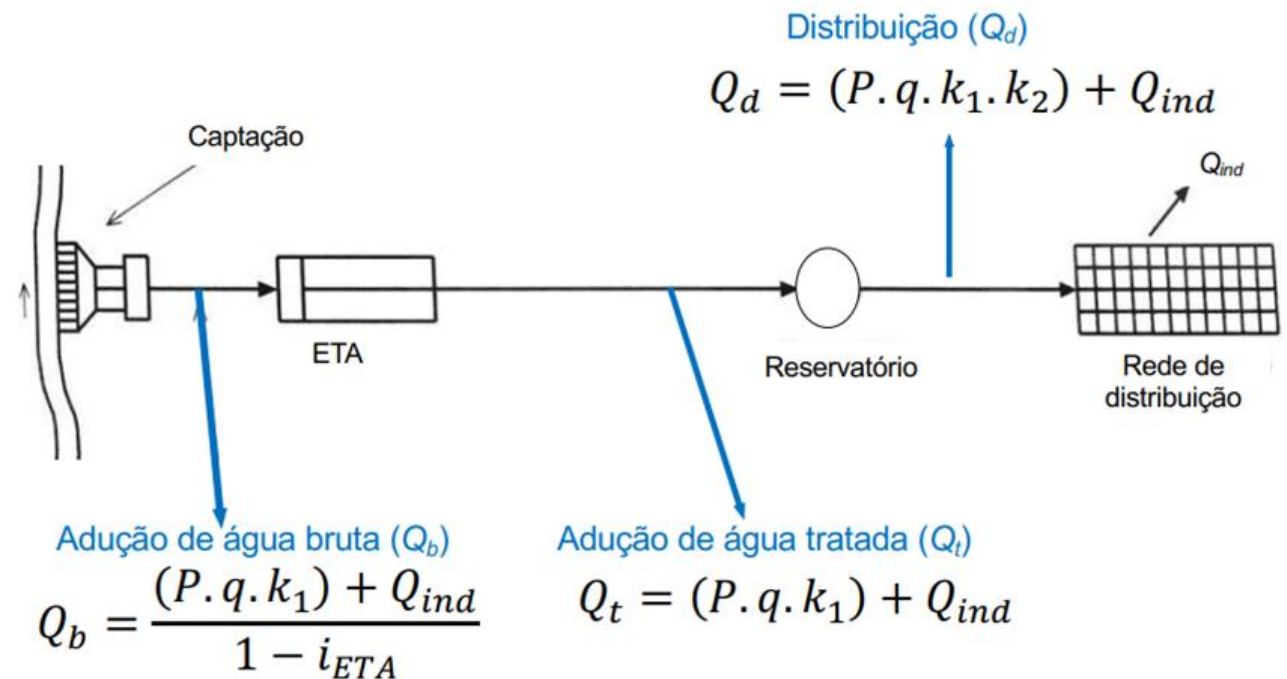
- **Green structures** = Infraestrutura verde refere-se a sistemas naturais, incluindo florestas, planícies aluviais, pântanos e solos que proporcionam benefícios adicionais para o bem-estar humano, como proteção contra enchentes e regulação climática
- **Gray structures** = Infraestrutura cinza refere-se a estruturas como barragens, paredões, estradas, tubulações ou **estações de tratamento de água**



... no sistema de abastecimento de água

- Escolha do manancial
- Definição do ponto de captação
- Concepção do tipo de captação
- Seleção da tecnologia de tratamento (ETA)
- Adutoras, reservatórios e redes de distribuição...

CONCEPÇÃO / PROJETO /
OPERAÇÃO / MANUTENÇÃO



Período de projeto ~ 25 anos

múltiplas barreiras na ETA

Processos e operações unitárias interdependentes:

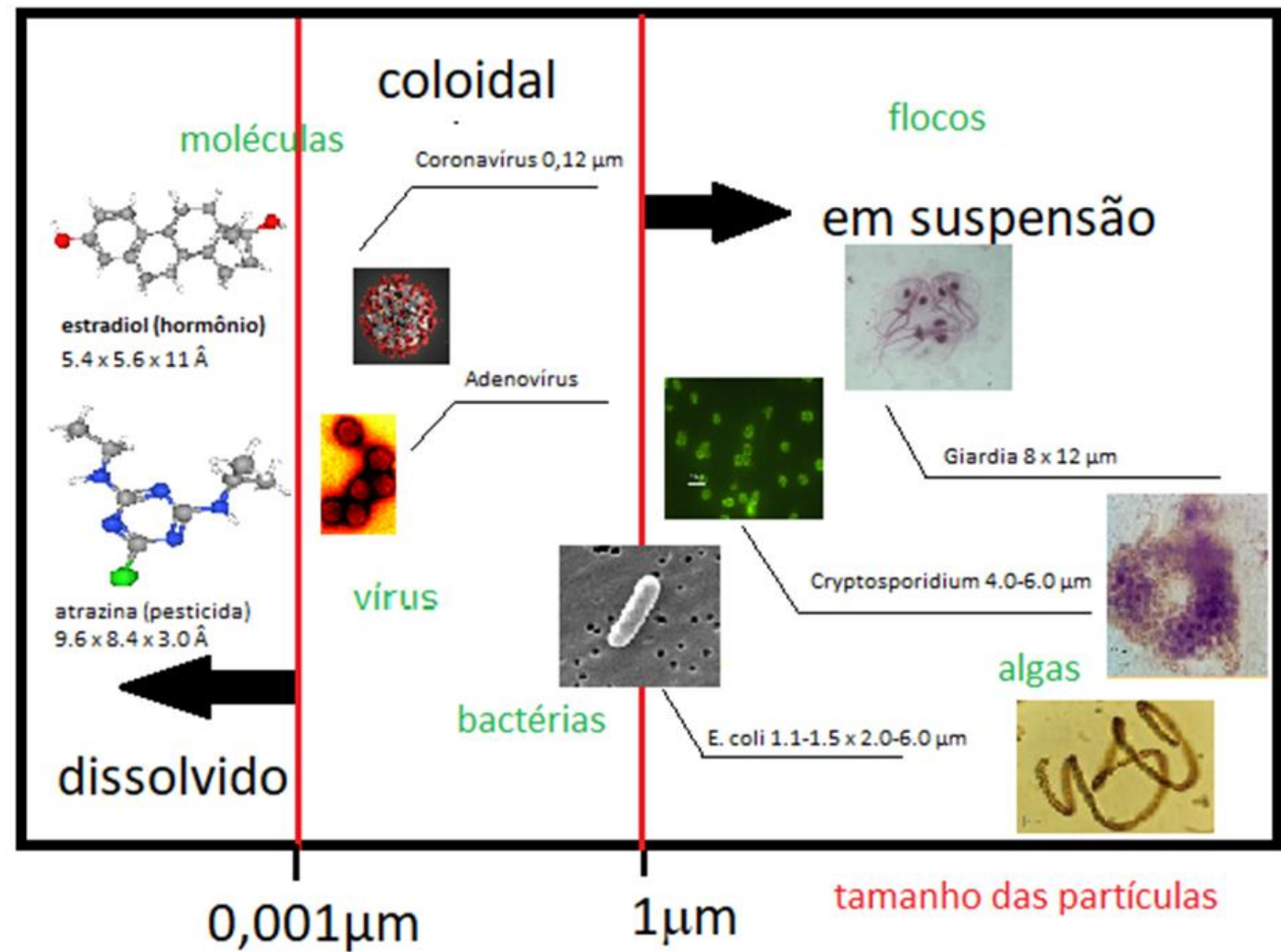
- Coagulação química
- Floculação
- Decantação/flotação
- Filtração em meio granular
- Desinfecção

múltiplas barreiras na ETA

Processos e operações unitárias interdependentes:

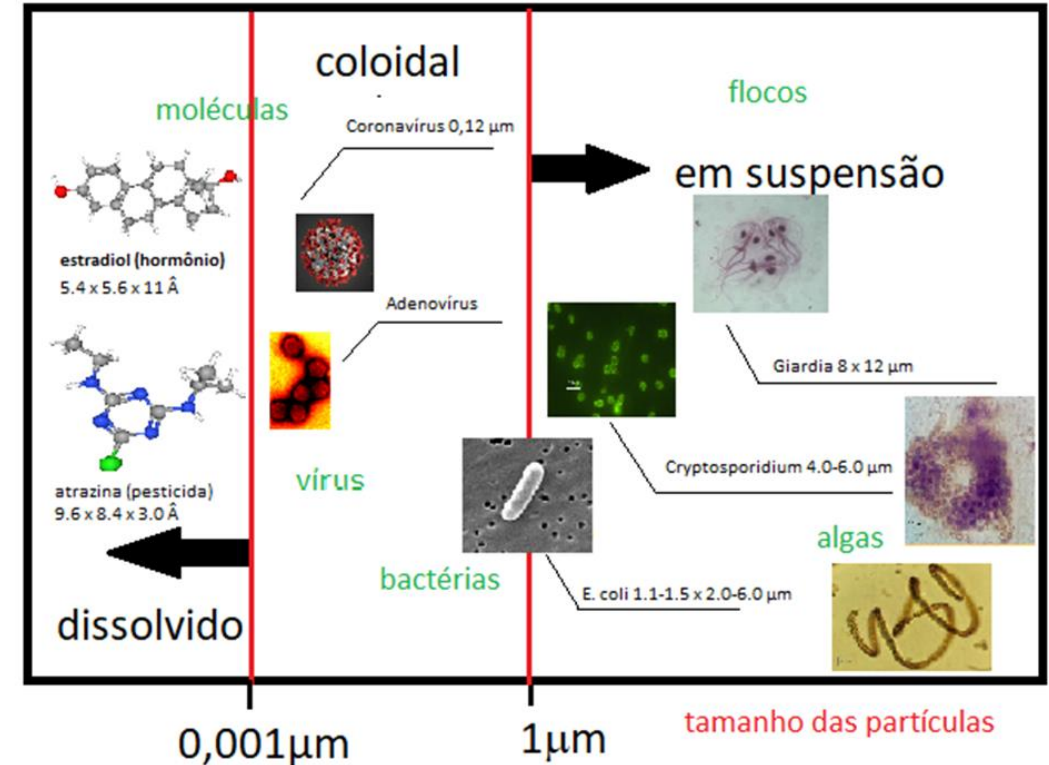
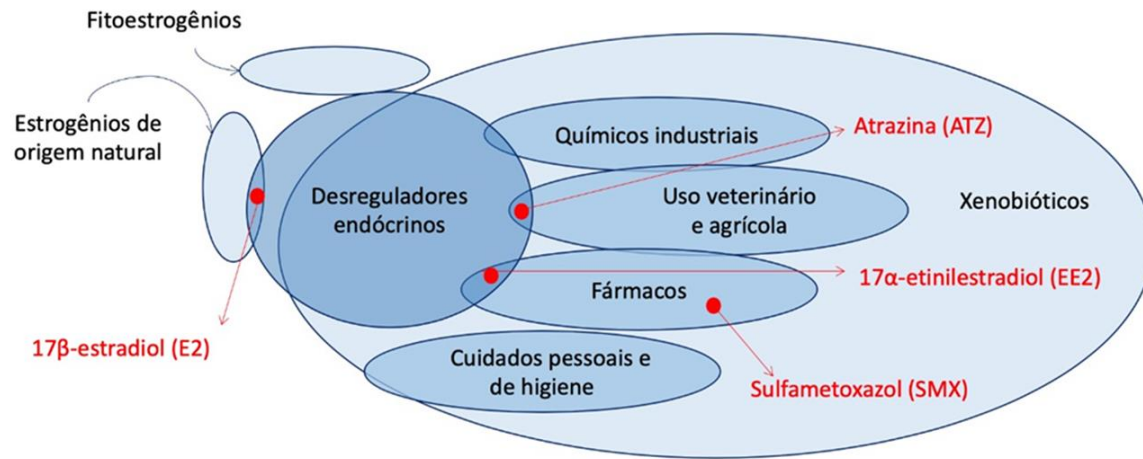
- Oxidação
- Adsorção
- Coagulação química
- Floculação
- Decantação/flotação
- Filtração em meio granular
- Filtração em membrana
- Desinfecção

“micro” contaminantes



Classes de “micro” contaminantes em água superficial

COT/COD UV₂₅₄



tecnologias de tratamento de água

- ETA de **filtração lenta**, filtração em múltiplas etapas **sem coagulação**
- ETA de **filtração direta**, dupla filtração **com coagulação**
- ETA de **tratamento convencional** (ciclo completo)
- ETA de **tratamento avançado** (oxidação, adsorção, filtração em membrana...)

B.A.T. = f (qualidade da água, padrão de potabilidade e outros fatores)

seleção da tecnologia da ETA

- **qualidade da água do manancial** no ponto de captação (água bruta) e suas variações sazonais
- **padrão de potabilidade** vigente
- vazão nominal da estação
- localização geográfica da estação
- complexidade operacional
- recursos técnicos qualificados para operação e manutenção
- disponibilidade local (e custo) dos insumos, isto é, dos produtos químicos
- disponibilidade local (e custo) de equipamentos, peças de reposição e assistência técnica
- custo da energia elétrica
- custos de geração/remoção, tratamento, transporte e destinação final dos resíduos da ETA
- custo unitário da água produzida e níveis tarifários ante a capacidade de pagamento da população

[Di Bernardo & Sabogal-Paz, 2008; Isaac, 2022]



[adaptado de EPA/ASCE/AWWA, 1996]



Scale up
bancada.... piloto ... real

Problema x solução

- Conhecer/Evitar o problema
- Minimizar o problema
- Resolver o problema (solução ou soluções)

Avaliação de desempenho (*performance assessment*)

Apneia do sono...



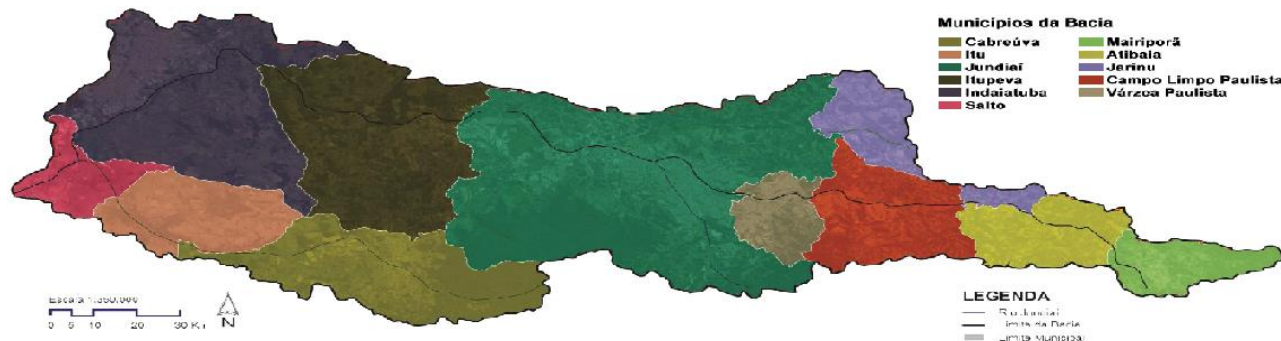
Polissonografia – exame que registra, durante uma noite inteira de sono, uma série de funções do organismo: atividade elétrica do cérebro (EEG), movimentos oculares, atividade muscular, eletrocardiograma, movimentos respiratórios, respiração nasal e bucal e o nível de oxigênio no sangue. Pode ser realizado num laboratório de sono ou no domicílio do paciente, com aparelhos portáteis.



Pesquisa e inovação tecnológica

FERRAMENTA DE TOMADA DE DECISÃO ORIENTADA PARA A SEGURANÇA DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO

[Estudo de Caso: concepção de estação de tratamento de água do rio Jundiaí em
Salto-SP]



Referências bibliográficas

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12216: Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público.** Rio de Janeiro, p. 18, 1992.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Plano de segurança da água:** garantindo a qualidade e promovendo a saúde: um olhar do SUS. Brasília: Ministério da Saúde, 2012.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **PORTARIA GM/MS No 888**, DE 4 DE MAIO DE 2021 que altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS no 5, 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.
- DI BERNARDO, Luiz.; SABOGAL-PAZ, Lyda Patricia. **Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água** (2 vol.) Editora LDiBe, São Carlos, 2007.
- OMS. **Guidelines for drinking-water quality:** fourth edition incorporating the first addendum. Genebra: OMS, 2017.
- PINTO, Adonai Guimarães. **Plano de segurança da água como ferramenta da gestão voltada para o abastecimento público : estudo da bacia do rio Capivari.** Dissertação (Mestrado). 148p. Universidade Estadual de Campinas, SP. 2020.
- ISAAC, Ricardo de Lima. Projeto de Pesquisa e Inovação Tecnológica. **Ferramenta de tomada de decisão orientada para a segurança da água de abastecimento público. Estudo de Caso: concepção de estação de tratamento de água do rio Jundiaí em Salto-SP.** UNICAMP, Campinas, 2022.



*Workshop Internacional de Inovação Tecnológica
Segurança da Água para Consumo Humano*

2022

SAVE THE NEW DATE

UNICAMP, **26 - 27** de **julho**

TEMAS

- Impactos das mudanças climáticas no abastecimento de água
- Proteção das fontes • Tratamento de água: tecnologias novas e emergentes • Avaliação de desempenho na indústria da água
- Contaminantes de preocupação emergente: estratégias de controle na produção de água potável • Avaliação de confiabilidade da rede de distribuição de água • Gerenciamento dos lodos de ETA e ETE.

Realização



Apoio



o
b
r
i
g
a
d
o