

# Reúso de água como estratégia para universalização do saneamento básico no Brasil

Silvia Dias  
Marcio Barbosa



## Universalização do saneamento

Universalização do saneamento passa pela inclusão da água de reúso nas matrizes hídricas regionais, reconhecendo-se o REÚSO como ferramenta de gestão e planejamento de recursos hídricos.

Nesse contexto destaca-se:

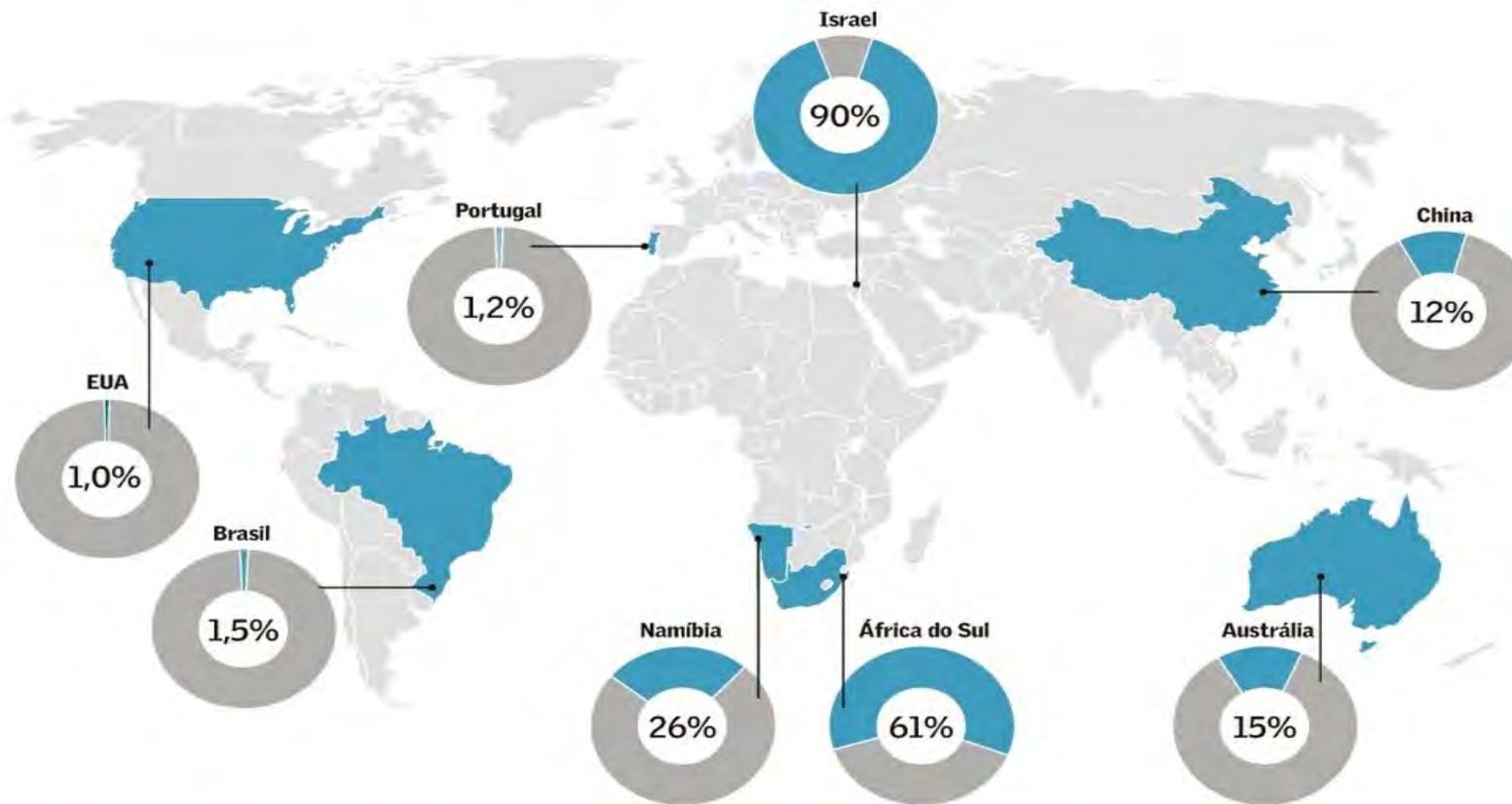
- **Segurança jurídica-administrativa;**
- **Ambiente regulatório e instrumentos econômicos / financeiros;**
- **Fomento à institucionalização da prática;**
- **Capacitação técnica e conscientização de todos atores (debate mais amplo e racional).**

**A ausência de uma legislação nacional mais abrangente e específica para o reúso configura-se como um dos maiores empecilhos para sua disseminação.**



## Tudo se transforma

Tratamento de esgoto para fins de reúso no mundo

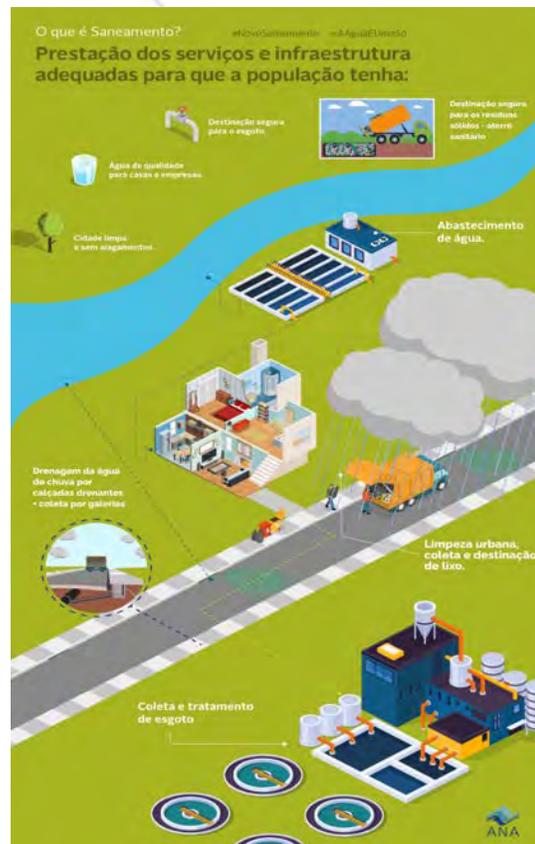


**3 países** apenas praticam o reúso potável direto: EUA, África do Sul e Namíbia

**1918** foi o ano em que o Estado da Califórnia regulamentou a prática de reúso de água

**40%** da demanda de irrigação em Israel é suprida por água de reúso

## Novo marco regulatório - institucionalização do REÚSO



### Introdução do Reúso na nova Lei da Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB)

O inciso I do art. 3º da Lei nº 14.026/2020, destaca a produção de água de reúso quando define o esgotamento sanitário. Esse destaque mostra uma tendência, podendo ser entendido como uma mudança de cultura em termos de reutilização de água no país, ou ainda, o início da institucionalização da prática de reúso.

Em que pese o questionamento sobre aspectos de constitucionalidade sobre as novas competências dadas à ANA para criação das normas de referência como instrumentos de padronização e segurança jurídica, fato é que:

ANA - emitir normas de referência para a regulação do setor estando entre as normas de referência o reúso dos efluentes sanitários tratados.

Conforme a Lei nº 14.026/2020, a ANA terá o papel de emitir normas de referência sobre:

- Reúso dos efluentes sanitários tratados, em conformidade com as normas ambientais e de saúde pública.

Ou seja,

A implantação de uma política e de um quadro regulatório adequados, são ações fundamentais para o incentivo e a institucionalização segura e responsável da prática do reúso como forma de aumentar a disponibilidade hídrica.



CONSELHO NACIONAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO

**RECOMENDAÇÃO Nº 103. DE 12 DE SETEMBRO DE 2023**

Dispõe sobre o aprimoramento e a integração da atuação do Ministério Público para o enfrentamento à crise hídrica e estabelece estratégias jurídicas para prevenção, planejamento, previsão de cenários, mitigação e adequação às situações de escassez hídrica.

## RECOMENDAÇÕES DO CONSELHO NACIONAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO

### Inclusão das normas relacionadas ao reúso:

- nos Planos de Bacia Hidrográfica.
- nos Planos Municipais de Saneamento.
- nos Contratos de concessão do serviço de saneamento.

## Opinião importante

Conforme Hespanhol (2003), cabe, entretanto, institucionalizar, regulamentar e promover o reúso de água no país, fazendo com que a prática se desenvolva de acordo com princípios técnicos adequados e seja economicamente viável, socialmente aceita e segura, em termos de preservação ambiental. Dessa forma, é necessária uma legislação em nível federal que oriente o estabelecimento das legislações estaduais e/ou municipais sobre padrões de reúso, visando uma uniformização de parâmetros e padrões, sendo respeitadas as singularidades locais e que assegure a qualidade físico-química e microbiológica.

Naassom Wagner Sales Morais/André Bezerra dos Santos

Análise dos padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos e de reúso de águas residuárias de diversos estados do Brasil

DOI: 10.4322/dae.2019.004

A Inexorabilidade do reúso potável direto (2013)

[http://revistadae.com.br/artigos/artigo\\_edicao\\_198\\_n\\_1579.pdf](http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_198_n_1579.pdf)



Prof. Ivanildo Hespanhol

## Desconstrução conceitual

### SANASA e a sustentabilidade com a economia circular no tratamento de esgoto

Estações de tratamento de esgoto (ETEs) configuram-se **como fábricas de produção de água, de nutrientes, energia**, entre outros recursos, sendo a qualidade do efluente final determinada pela **rota tecnológica adotada**, assim como das práticas de **operação**. (Reúso não potável de água: Aspectos legais, aproveitamento urbano e agrícola, e tecnologias emergentes para produção de água para reúso - Nota Técnica 1 – Tópicos de interesse André Bezerra dos Santos, Cesar Rossas Mota Filho)

A inserção de estratégias voltadas a **economia circular** requer uma **mudança no entendimento** do próprio termo “**esgoto**”, passando a considerá-lo como **um recurso regenerativo de água doce, energia e nutrientes**. As ETE's, além do papel fundamental de tratamento do efluente, podem ser concebidas e/ou operadas com um **viés sustentável**, promovendo um sistema produtivo circular.

CEBDS\_Relatorio\_Consolidado\_ESG\_Circularidade\_agua.pdf

A Usina Verde de Compostagem de Campinas implementada há cerca de dois anos, **transforma**, diariamente, parte do **lodo** proveniente do tratamento de esgoto em **composto orgânico**, rico em nutrientes.



Usina Verde

## A SANASA e o Reúso

Pautada na universalização do saneamento e adotando a prática de saneamento sustentável, a SANASA implantou 2 EPARs – Estação Produtora de Água de Reúso em operação, e a terceira planta está na fase inicial de obras.

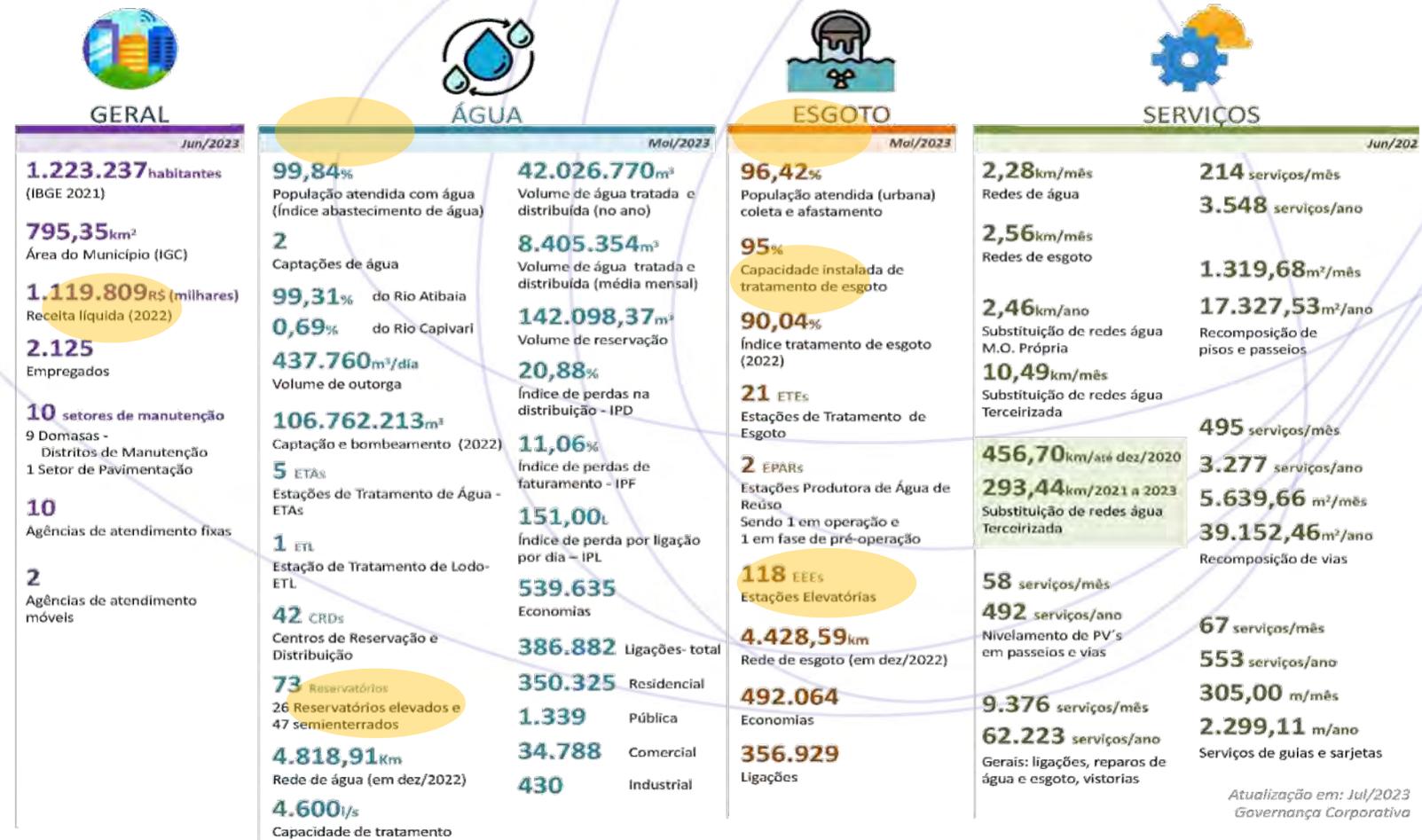
Campinas é uma das primeiras cidades do País a adotar o sistema de produção de água de reúso.



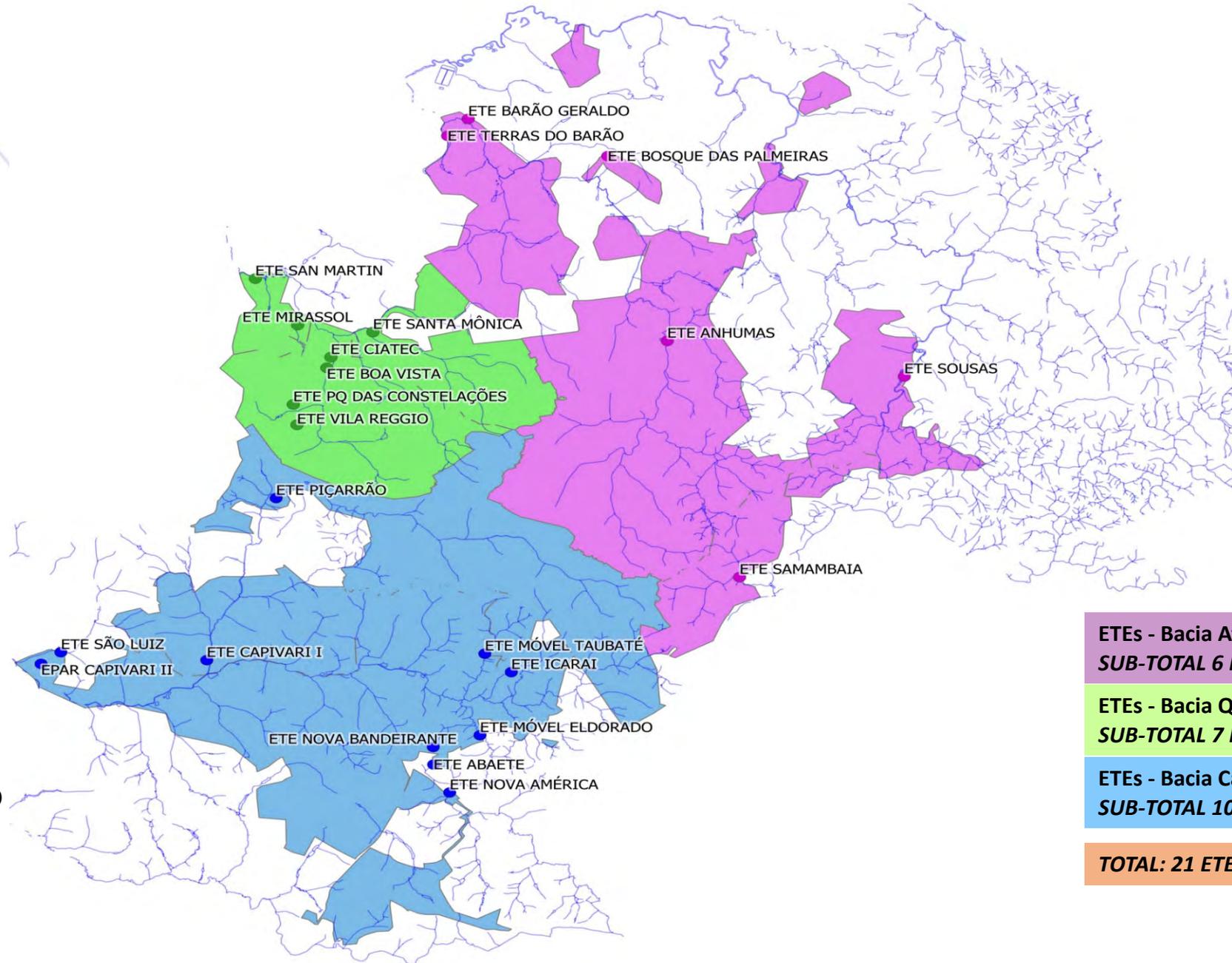
EPAR Capivari II

A Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S.A. – SANASA é uma sociedade de economia mista de capital aberto com participação majoritária da Prefeitura Municipal de Campinas – PMC. Tem sua estrutura e ferramentas de Governança definidas pelas Leis das Sociedades Anônimas, das Estatais, Anticorrupção; Instruções da CVM e Códigos de Condutas.

Certificada ISO 9001 (d\_2004) em todos os processos. Laboratório de hidrometria acreditado ISO/IEC 17025. Certificada Programa Jornada de Excelência Nível I ESG (ABES) e Projeto Acertar.



Temos diversas tecnologias de tratamento de esgoto implantadas em Campinas. Essa diversidade de rotas tecnológicas se deve a um conjunto de fatores, tais como: variação da composição do esgoto gerado, destino do efluente tratado, disponibilidade de área, proximidade da ETE a aglomerados urbanos, custos de implantação, operação e manutenção, entre outros .



ETEs - Bacia Atibaia  
SUB-TOTAL 6 ETES

ETEs - Bacia Quilombo  
SUB-TOTAL 7 ETES

ETEs - Bacia Capivari  
SUB-TOTAL 10 ETES

TOTAL: 21 ETES e 2 EPARs

## Estações Produtoras de Água de Reúso - EPARs

- EPAR Capivari 2 : 360 L/s (em fase de ampliação para 540 L/s);
- EPAR Boa Vista : 180 L/s;
- EPAR Anhumas : 1.115 L/s (em fase de obra/ vazão final de plano).



Capivari 2



Anhumas



Boa Vista

## EPAR Anhumas

Além das membranas de ultrafiltração, o sistema contará também com a utilização de lodo granular aeróbio (LGA). Cada grânulo substitui diferentes processos de tratamento de uma estação convencional, proporcionando a redução do número de tanques e, conseqüentemente, na estrutura da planta, além de reduzir os custos gerais da obra e do gasto energético.

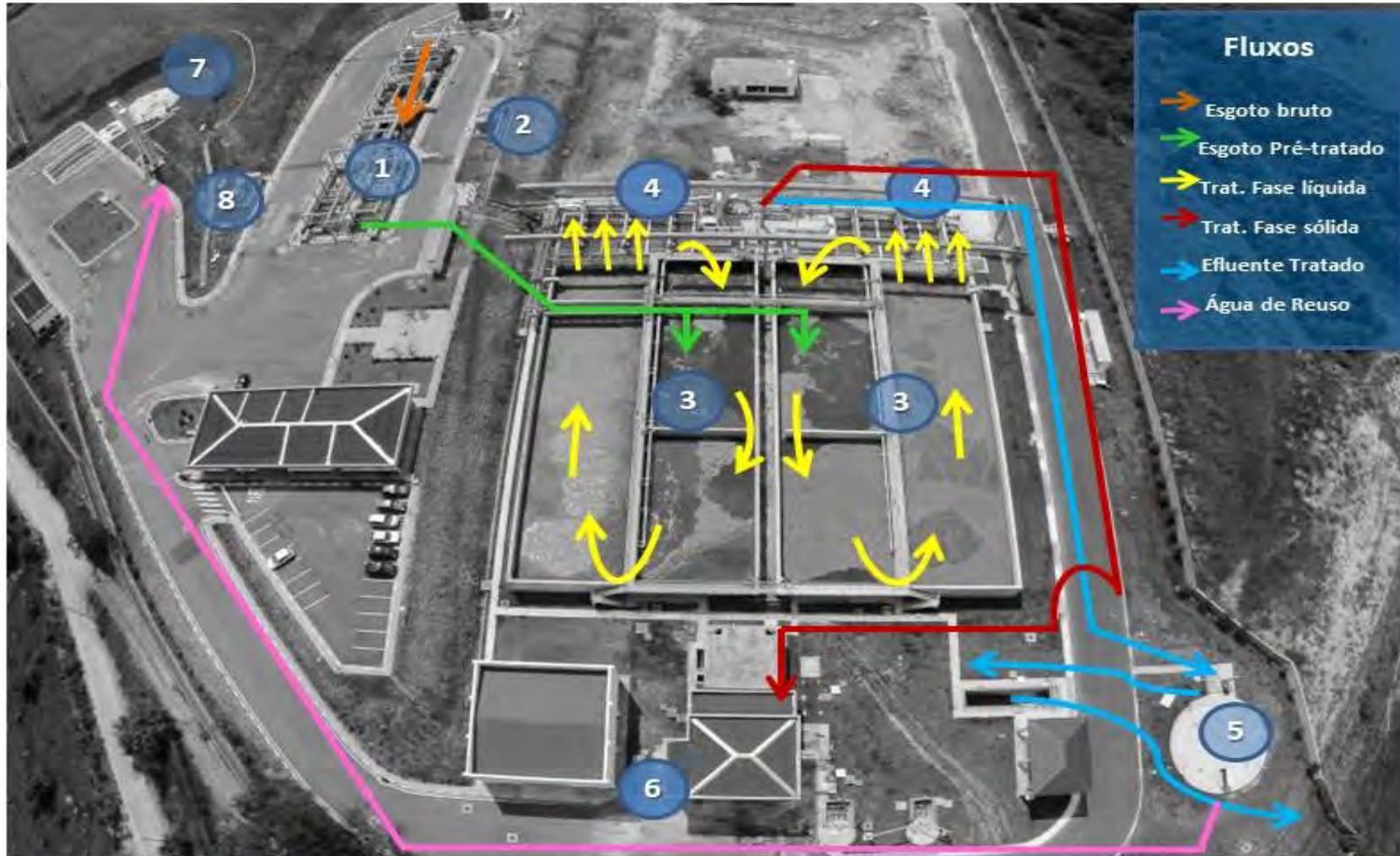


## EPAR Boa Vista

O tratamento terciário pelo processo de Lodos Ativados de ultrafiltração por membranas, eficiência de remoção de matéria orgânica superior a 99%, nitrificação e desnitrificação e remoção de fósforo por processo biológico.

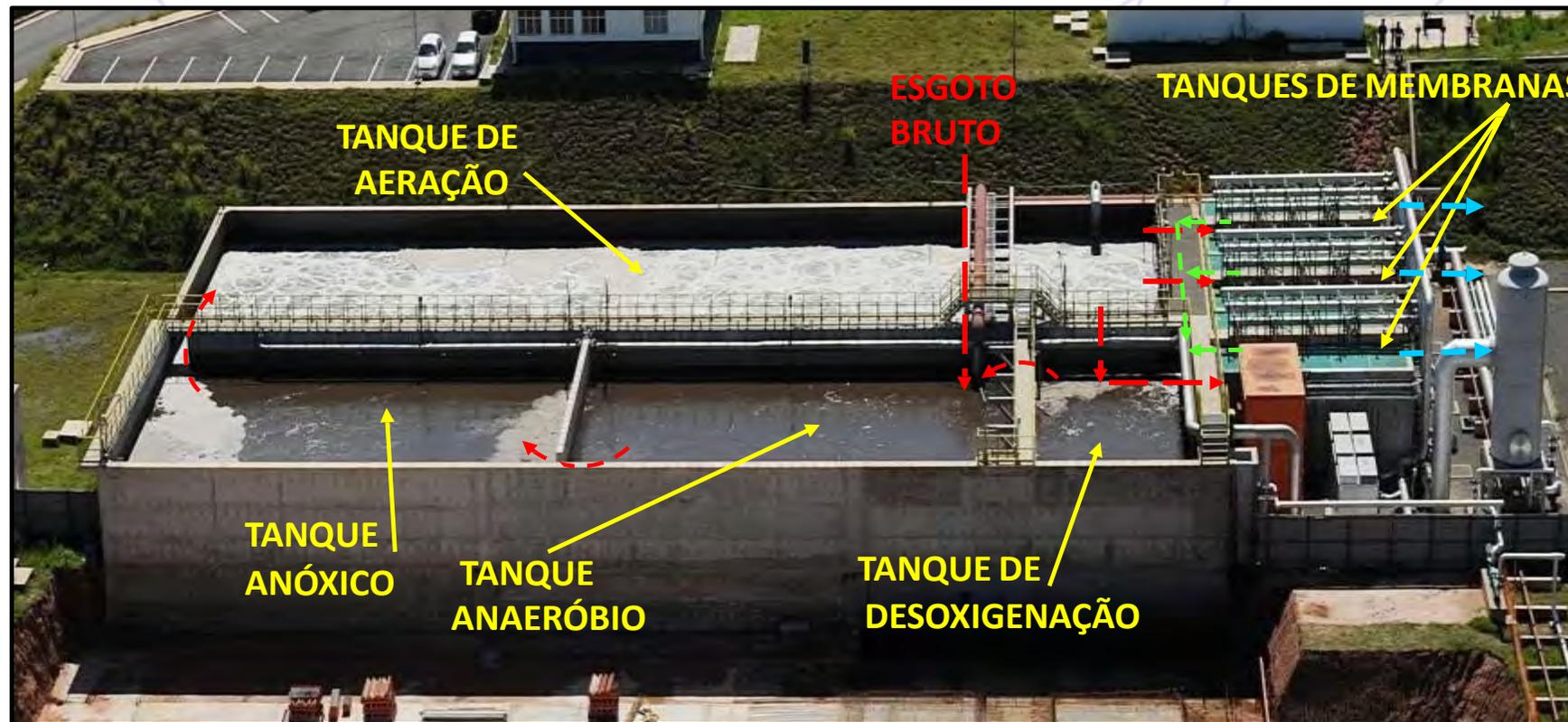
A água de reúso de excelente qualidade poderá ser utilizado para o abastecimento industrial na região.





1 – Tratamento Preliminar  
2 – Produtos Químicos  
3 – Sistema Biológico  
4 – Membranas de Ultrafiltração

5 – Reservatório de Água de Reúso  
6 – Desidratação de Lodo  
7 – Recebimento de Efluentes não domésticos  
8 – Abastecimento de Água de Reuso



RETORNO DE LODO  
FLUXO DO EFLUENTE  
PERMEADO

O tratamento biológico com **nível terciário** possui compartimentos com condições diversas (anaeróbia, anóxica, aerada) e permite a remoção de matéria orgânica carbonácea e nutrientes.

A **zona aerada** é responsável pela **remoção** mais significativa da **matéria orgânica carbonácea** e pela **nitrificação da amônia**. Na **zona anóxica** ocorre a **desnitrificação do nitrato** formado na zona aerada, transformando-o em **nitrogênio gasoso** que é liberado para a atmosfera. Desta maneira há a redução de nitrogênio no efluente final. A **zona anaeróbia** é fundamental para que se obtenha a remoção biológica de **fósforo**.



Bombas de transferência	6 x 800 a 1300 m <sup>3</sup> /h
Misturadores nas zonas não aeradas	10 (2 DesOx. 4 Anaeróbia, 4 Anóxica)
Soprador de processo	2 x 238 m <sup>3</sup> /min
Sopradores de membranas	6 x 80 m <sup>3</sup> /min
Bombas de lóbulos	6 x 515 m <sup>3</sup> /h

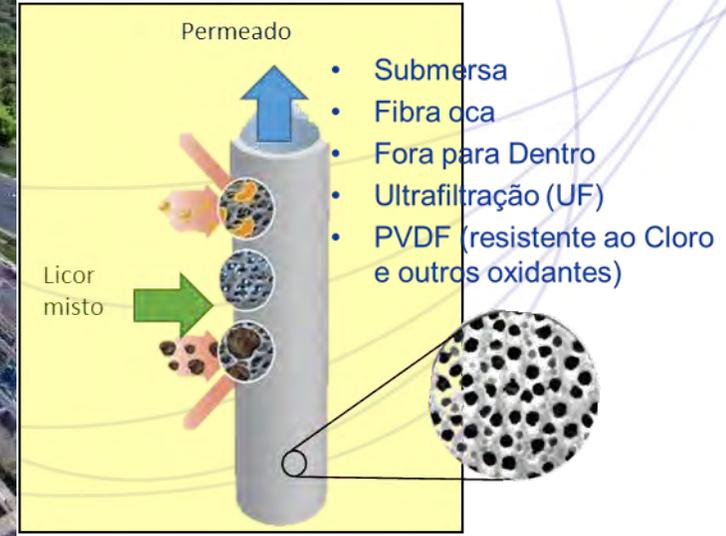


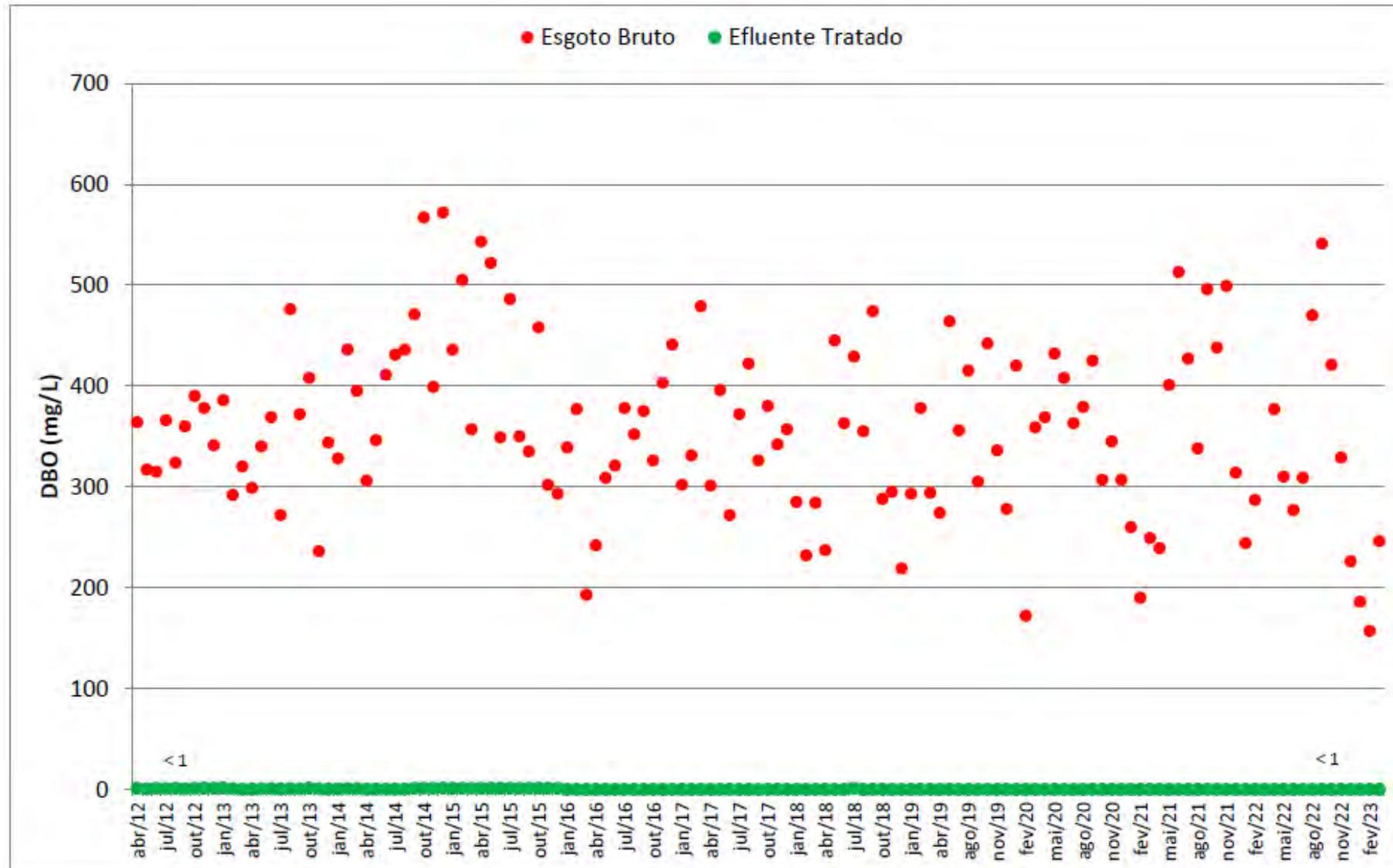
Imagem microscópica da superfície da membrana

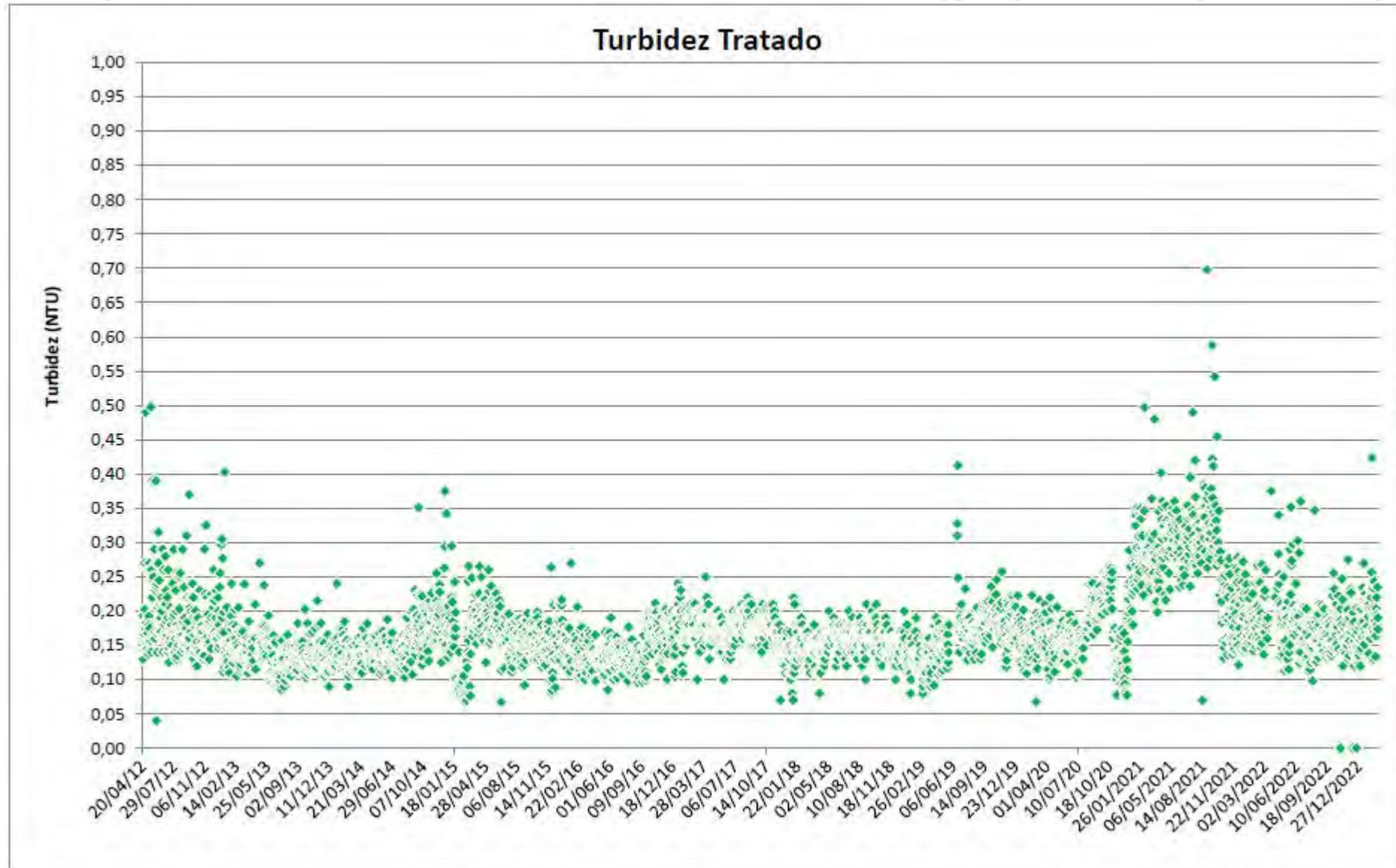


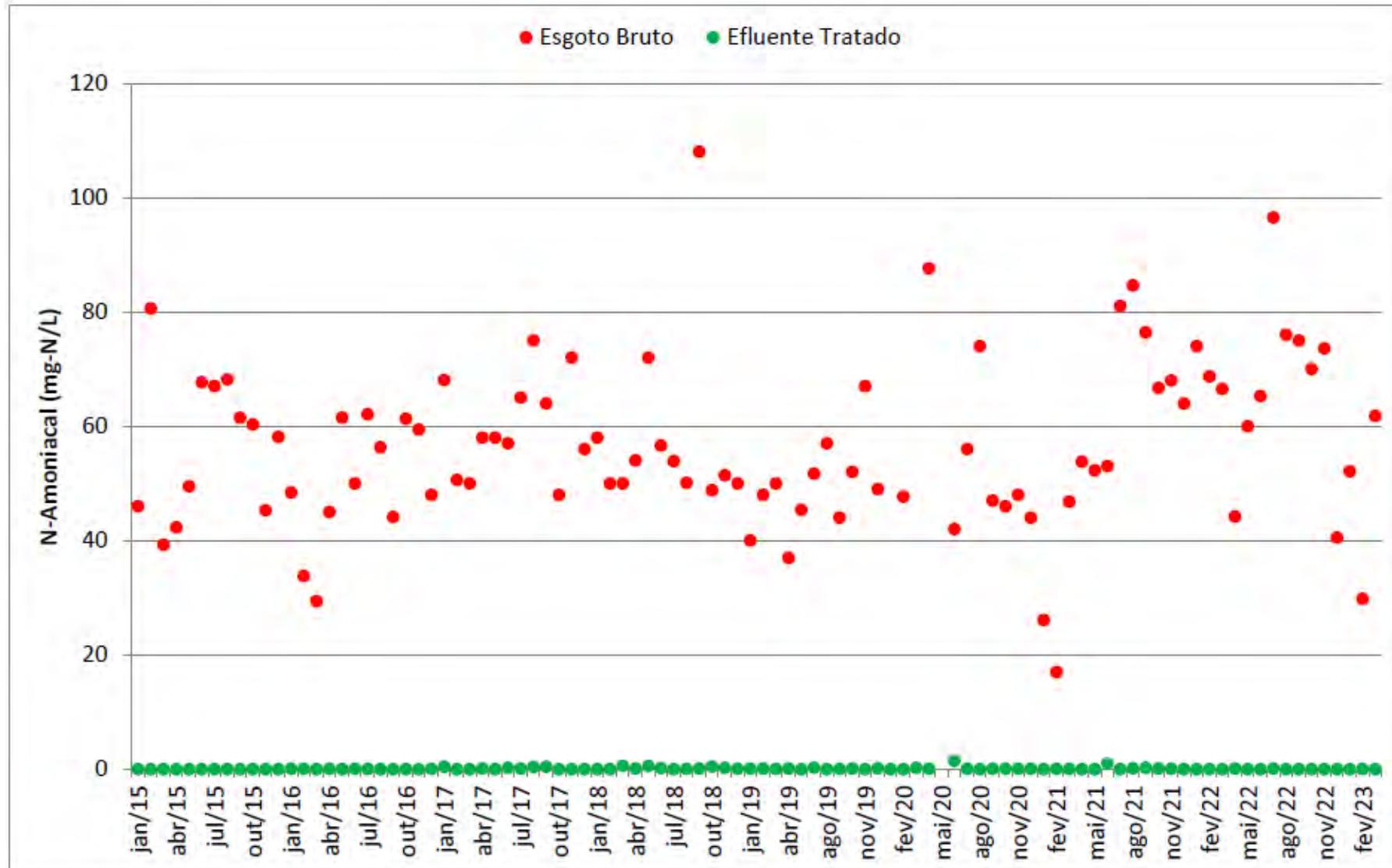
Tabela 1 – Resultados físico-químicos do esgoto bruto e permeado (abril/2012 a abril/2022).

Parâmetro	Entrada (esgoto bruto)		Permeado (efluente tratado)		Remoção média (%)
	Faixa	Média	Faixa	Média	
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	95 – 574	379	0,1 - 1,4	< 1	> 99,5%
DQO (mg/L)	237 – 958	685	6 - 58	24,8	95,8 %
NTK (mg-N/L)	15,4 – 123	67,8	0,01 - 19	1,23	94,5%
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg-N/L)	-	-	0,02 - 17,3	9,18	-
Fosfato (mg-P/L)	3,53 - 19,3	8,24	0,05 - 20	2,2	71,3%
SST (mg/L)	<2,5 – 1650	329	0,6 - 4	< 2,5	> 98,2%
Turbidez (NTU)	-	-	0,04 - 0,70	0,18	-

Fonte: arquivo EPAR Capivari II – SANASA.















## Regulamentação e distribuição da água de reúso produzida na EPAR Capivari II

Agosto/2014 - publicada resolução municipal - Resolução Conjunta SVDS/SMS nº 09/2014.

Premissas:

Documento regulador – considerar objetivos e características locais  
– viabilizar, orientar e incentivar a prática

Política pública – tratamento tributário favorável

– promoção da difusão do conhecimento técnico especializado  
– esclarecimento



**PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS**

Secretaria Municipal de Assuntos Jurídicos

Coordenadoria Setorial de Documentação

Este texto não substitui o publicado no Diário Oficial do Município - DOM.

**RESOLUÇÃO CONJUNTA SVDS/SMS Nº 09/2014**

*(Publicação DOM 04/08/2014: 25)*

**ESTABELECE MODALIDADES, DIRETRIZES E CRITÉRIOS GERAIS PARA O REÚSO DIRETO NÃO POTÁVEL DE ÁGUA,  
PROVENIENTE DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETES) DE SISTEMAS PÚBLICOS PARA FINS DE USOS MÚLTIPLOS NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS**

Artigo 3º O **uso direto não potável de água**, para efeito desta Resolução, abrange as seguintes modalidades de uso:

I - destinados a **irrigação paisagística** de jardins, parques, áreas verdes; para **lavagem de logradouros** e outros espaços públicos e privados;

II - para a **construção civil** com a água de reuso incorporada ao concreto não estrutural, cura de concreto em obras, umectação para compactação em terraplanagem, resfriamento de rolos compressores em pavimentação, controle de poeira em obras de aterro;

III - para o Corpo de Bombeiros, utilizada no **controle de incêndio**;



IV - para fins urbanos destinados a **desobstrução de galerias de água pluvial e esgotos;**

V - destinados a **lavagem automatizada externa** de veículos, caminhões de resíduos sólidos domésticos, de coleta seletiva, de construção civil, de trens, de aviões;

VI - destinados a usos em **processos, atividades e operações industriais.**



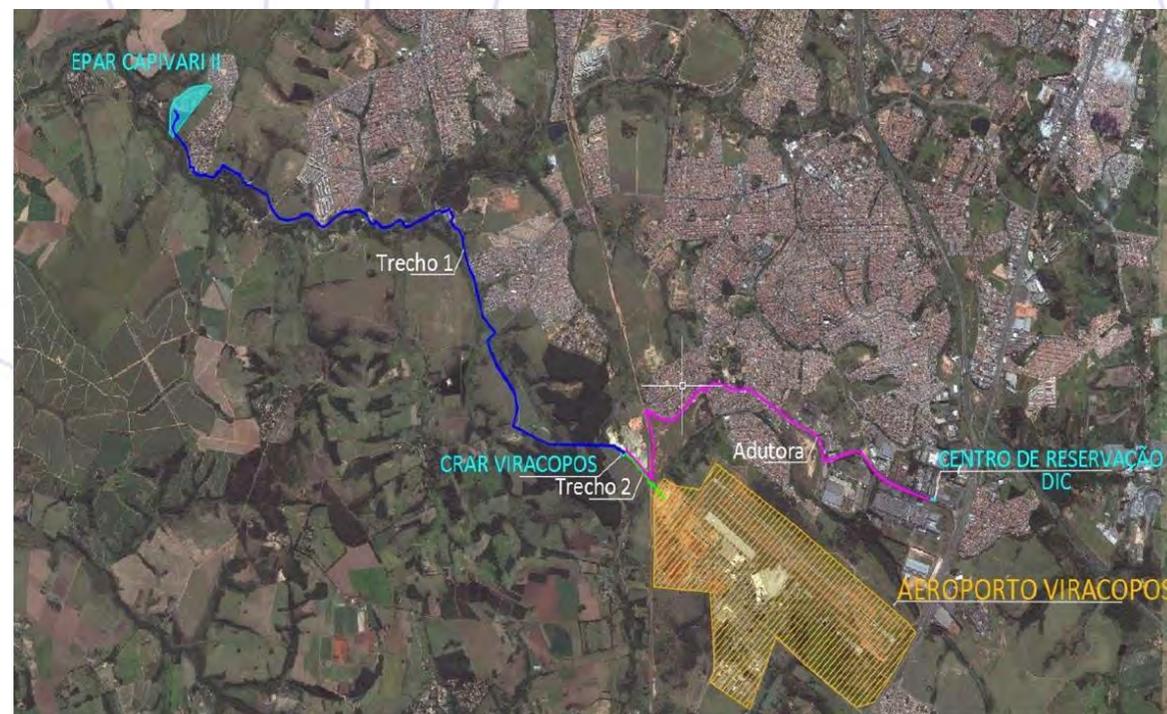
§3º **Não estão incluídas** nas modalidades de reúso tratadas nesta resolução, a **irrigação para usos agrícolas, pomares e florestais.**

## Comercialização de água de reúso para o Aeroporto Internacional de Viracopos (2014)

- Adutora conectando a EPAR Capivari 2 ao Aeroporto Internacional de Viracopos;
- Utilização da água de reúso nos processos operacionais do aeroporto (banheiros, limpeza das pistas, ...).



Aeroporto de Viracopos



Projeto de uma linha de recalque de água de reúso  
Produção atual = 300 L/s



## ESTADO DE SÃO PAULO

PUBLICADA NO DOE DE 14/02/2020 - SEÇÃO I PÁG 47/48

**RESOLUÇÃO CONJUNTA SES/SIMA Nº 01, DE 13 DE FEVEREIRO DE 2020**

*Disciplina o reúso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário e dá providências correlatas.*

Destaque: Fins urbanos; restritivos em relação aos padrões; tratamento mínimo secundário, desinfecção e filtração; apresenta atribuições para produtor e usuário; identificação dos veículos e tanques.

Artigo 3º - A água de reúso para fins urbanos, para efeito desta Resolução, abrange exclusivamente as seguintes modalidades:

I – irrigação paisagística;

II – lavagem de logradouros e outros espaços públicos e privados;

III – construção civil;

IV – desobstrução de galerias de água pluvial e rede de esgotos;

V – lavagem de veículos;

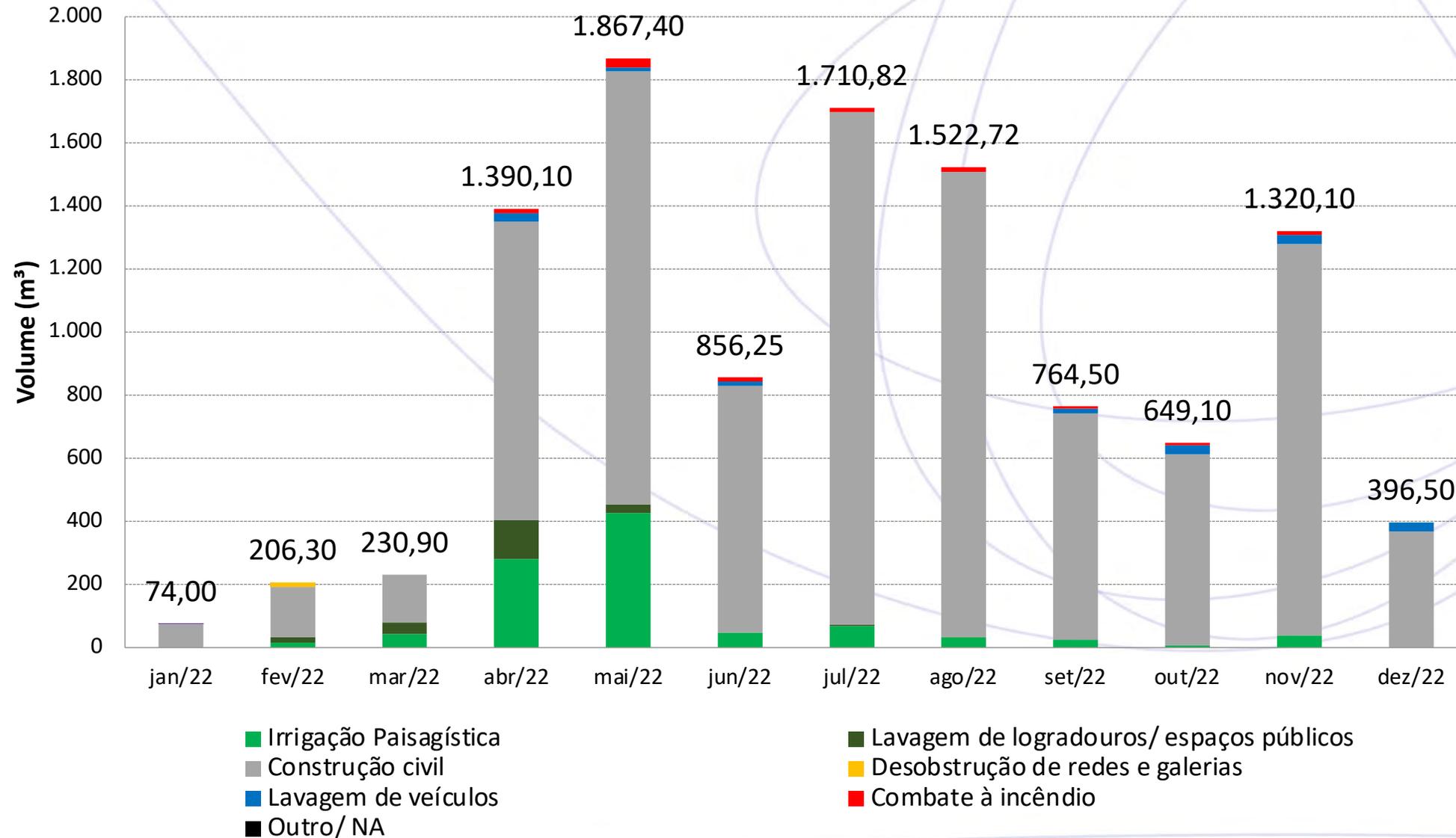
VI – combate a incêndio.



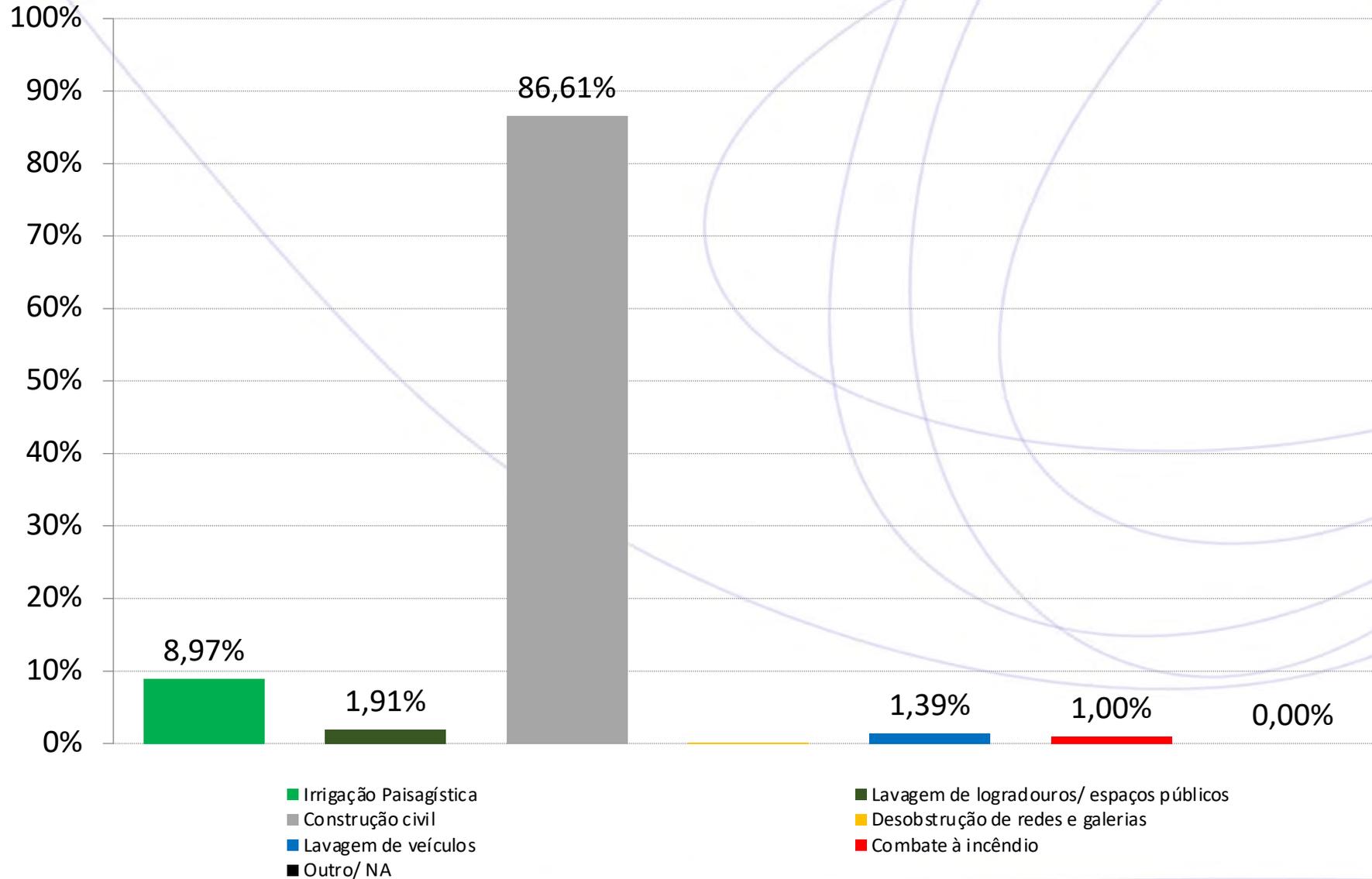
Artigo 5º - Além dos padrões de lançamento de efluentes estabelecidos nas legislações ambientais específicas e das categorias previstas no artigo 4º desta Resolução, as águas de reúso devem atender os padrões de qualidade definidos a seguir:

PADRÕES DE QUALIDADE		CATEGORIAS DE ÁGUA DE REÚSO	
Parâmetros	Unidade de Medida	Classe A	Classe B
		Reúso Irrestrito Não Potável	Reúso Restrito Não Potável
pH	-	6 a 9	6 a 9
DBO <sub>5,20</sub>	mg/L	≤ 10	≤ 30
Turbidez	UNT	≤ 2 ≤ 0,2 para sistema de filtração por membrana	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	≤ 0,5 para sistema de filtração por membrana	≤ 30
Coliformes termotolerantes ou <i>E. coli</i>	UFC/100mL	Não detectável	≤ 200
		Não detectável	≤ 120
Ovos de helmintos ou Ovos viáveis de <i>Ascaris sp</i>	Ovos/L	< 1	1
		< 0,1	0,1
Cloro Residual Total (CRT)	mg/L	≥ 1 ≥ 0,5 para sistema de filtração por membrana	≥ 1
<i>Giardia e Cryptosporidium</i>	(o) cistos/L	Não detectável	-
Cloreto	mg/L	≤ 106	≤ 350
Condutividade elétrica (CE)	dS/m	≤ 0,7	≤ 3,0
RAS	-	< 3	3 – 9
Boro	mg/L	≤ 0,7	≤ 2,0

# Volume de água de reúso comercializado em 2022



# Distribuição da água de reúso x finalidade de uso (2022)



## Avaliação do reúso potável direto: planta piloto

**Objetivo:** estudar as vias tecnológicas com múltiplas barreiras para potabilização da água de reúso.

**Objetivo específico:** Definição da rota tecnológica.

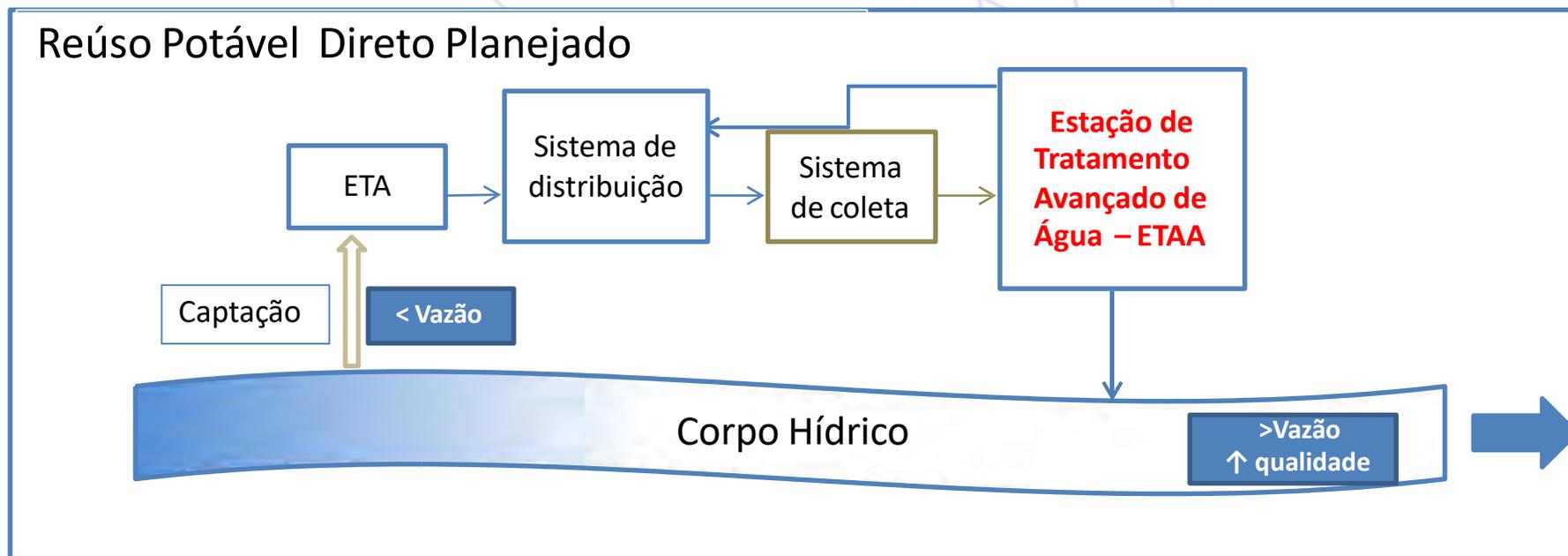
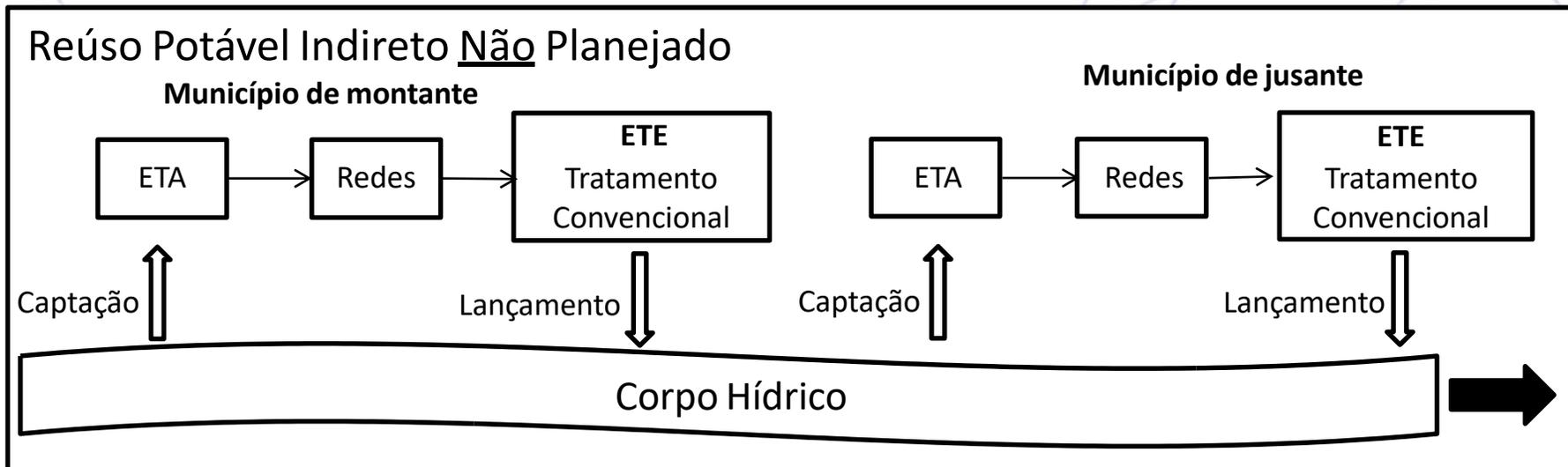
**Avaliação:** operação e monitoramento constante operando com a combinação de quatro tecnologias.

**Tecnologias testadas:** osmose reversa (OR), processos oxidativos avançados (POA), carvão ativado granular (CAG) e carvão ativado biológico (CAB).

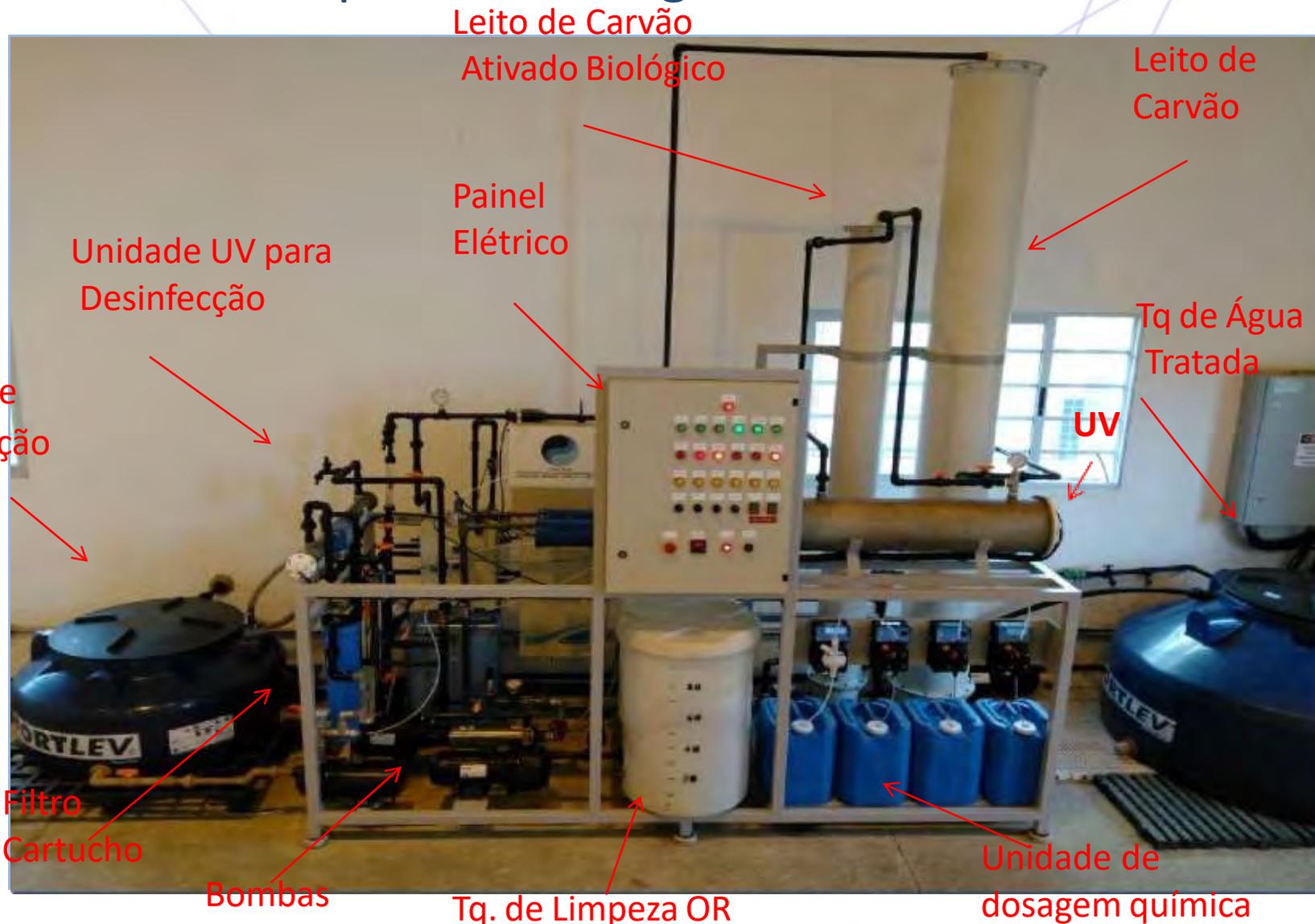
**Arranjos:** cinco diferentes configurações de tratamento: OR, OR/POA, OR/CAG, OR/POA/CAG e CAB.

- Cada arranjo foi testado por pelo menos duas semanas em períodos de verão e inverno.
- **Apoio:** Comitê de Bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiaí.





## Planta escala piloto – vista geral



A alta qualidade do esgoto tratado utilizado na alimentação da unidade piloto foi um fator fundamental para adequada operação das unidades de tratamento complementares, permitindo assegurar a qualidade da água de reúso em um cenário de abastecimento por meio de reúso potável direto.

Parâmetros monitorados no piloto

### Análises efetuadas:

- Portaria MS 2914/2011
- Virus entéricos;
- N-Nitrosodimetilamina – NDMA
- Teste de mutagenicidade (Ames)
- Teste de toxicidade aguda e crônica (Dáphnia e Ceriodáphnia);
- Teste para hormônios (YES/YAS -Yeast Evaluation Screen)



## Sistema piloto: resultado do monitoramento

Os resultados da análise de conformidade com a Portaria 2914/2011, atual Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5, de 28/09/2017 do Ministério da Saúde, mostraram que a qualidade da água de reúso está de acordo com a grande maioria das variáveis. Os parâmetros não conformes foram bactérias heterotróficas e cor aparente (ambas em discordância em 2 de 6 amostras da alimentação do sistema).

Pode-se concluir que o arranjo com maior potencial para a aplicação da prática de reúso é o que utilizou a combinação dos processos de osmose reversa, oxidação fotoquímica e desinfecção.

Em geral, os resultados deste ciclo de operação da unidade piloto foram favoráveis para incentivar futuros estudos sobre a prática de reúso potável direto, inclusive sobre a luz da diretriz da OMS sobre este tema.

<https://doi.editoracubo.com.br/10.4322/dae.2019.026>  
Revista DAE | núm. 217 | vol. 67 | Edição Especial - Maio 2019



Água tratada na EPAR CAPIVARI II

## Metas a serem alcançadas

- ✓ Aumentar a distribuição da água de reúso.
- ✓ Viabilizar o reúso potável.
- ✓ Avaliação adicional da qualidade da água.
- ✓ Redução de custos.
- ✓ Recuperação de fósforo.
- ✓ Aceitação popular da água de reúso.
- ✓ Redução de impactos ambientais.



# Silvia Dias

Coordenadora  
Setor de Tratamento de Esgoto  
silvia.dias@sanasa.com.br  
(19) 984551218/3348-5924

## DIRETORIA EXECUTIVA DA SANASA

**Diretor Presidente** - Manuelito P. Magalhães Júnior

**Procurador Geral** – Rander Augusto Andrade

**Chefe de Gabinete** – Eduardo Betenjane Romano

**Diretor Administrativo** – Paulo Jorge Zeraik

**Diretor Financeiro e de Rel. com Investidores** – Pedro Cláudio da Silva

**Diretor Comercial** – Fernando Sérgio Mancilha Neves

**Diretor Técnico** – Marco Antônio dos Santos

**www.sanasa.com.br 3735 5000**

