Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

AESABESP 40 Anos
Associação dos Engenheiros da Sabesp

37ETC-07360

TRANSFORMAÇÃO DE ESGOTO SECUNDÁRIO EM RECURSO HÍDRICO ESTRATÉGICO: CARACTERIZAÇÃO E PÓS-TRATAMENTO POR COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO, OXIDAÇÃO E ADSORÇÃO EM ESTAÇÃO DE GRANDE PORTE DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

Janaina de Melo Franco[1]
Isabella Beatriz Guiducci do Nascimento[1], Diego Gouveia Marques[2], Valquíria de Campos[2], Marcelo Antunes Nolasco[1]
[1]EACH (USP Leste) - Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo
[2] Instituto de Ciência e Tecnologia da UNESP (Sorocaba)

INTRODUÇÃO

- **Problema:** presença crescente de poluentes em águas residuárias exige tecnologias de tratamento mais eficientes e sustentáveis
- **Coagulação-floculação (C/F):**
  - ✓ Simples e de baixo custo
  - ✓ Remove sólidos suspensos, turbidez e cor aparente
  - ✗ Baixa eficiência na degradação de compostos orgânicos persistentes e solúveis
  - ✗ Gera volume significativo de lodo (Marques et al., 2025; Campos et al., 2024)
- **Alternativa — POA:** cavitação hidrodinâmica associada à ozonização ($CH+O_3$) gera radicais hidroxila (•OH) altamente reativos, que degradam poluentes persistentes (Domingos et al., 2023)
- **Sinergia C/F + $CH+O_3$:**
  - ↑ Remoção de cor, turbidez e DQO
  - Potencial de **reúso** do efluente tratado (Marques et al., 2025; Campos et al., 2024; Domingos et al., 2023)

Objetivo: avaliar a rota C/F (PAC) + $CH+O_3$ + CAP no pós-tratamento de efluente secundário de ETE de grande porte da RMSP, visando reúso não potável.

METODOLOGIA

Rota sequencial de pós-tratamento

Etapa 1

C/F com PAC

- pH 5,0 e 20 mg L^{-1} de PAC
- Jar test: 50 s a 120 rpm e 7 min a 50 rpm
- 7 min de sedimentação

→

Etapa 2

CH+O_3

- Venturi de 110 mm (garganta 12 mm)
- 150 L min^{-1}; O_3 até 3 g h^{-1}
- 60 min a 24 °C

→

Etapa 3

CAP

- Polimento por adsorção em carvão ativado em pó
- Remoção de subprodutos oxidativos residuais

Efluente: saída do decantador secundário de ETE de grande porte da RMSP (~100 L).

Análises: DQO, cor aparente, turbidez, pH e UV-Vis 200–900 nm (APHA, 2012).

RESULTADOS

Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

Remoção acumulada por etapa

Etapa	DQO (mg O_2 L^{-1})	Cor (mg Pt-Co L^{-1})	Turbidez (NTU)
Esgoto final (bruto)	166,0	28,0	17,2
C/F	38,4 (76,9%)	17,0 (39,3%)	2,5 (85,7%)
C/F+CH+O_3	23,4 (85,9%)	8,0 (71,4%)	2,3 (86,9%)
C/F+CH+O_3+CAP	23,2 (86,0%)	5,7 (79,8%)	7,7 (55,3%)

C/F: turbidez

85,7% removida já na coagulação, por neutralização de cargas e varredura do PAC.

CH+O_3: cor e DQO

Cor de 39,3% para 71,4% e DQO para 85,9%: ação seletiva na fração dissolvida.

CAP: polimento

Maior remoção de cor (79,8%), mas turbidez cai para 55,3% por finos de carvão.

Valores médios; entre parênteses, remoção acumulada em relação ao esgoto bruto.

CONCLUSÕES

Sistema híbrido C/F + CH+O_3 + CAP viabiliza tecnologicamente o reúso não potável

86,0%

de remoção de DQO, com dose reduzida de PAC (20 mg L^{-1})

79,8%

de remoção de cor; CH+O_3 é a etapa-chave para orgânicos dissolvidos e cromóforos

Piloto

Próximo passo: otimizar pH, dosagens, tempo de contato e remoção de micropoluentes

Apoio: FAPESP, Processo nº 2025/13203-4 · LabSanTec, EACH-USP

Obrigado!

Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

AESABESP 40 Anos
Associação dos Engenheiros da Sabesp

Janaina de Melo Franco
janaina.domingos@usp.br
(11) 98891-7679
https://www.linkedin.com/in/janaina-de-melo-franco-957156230/

FAPESP

EACH
Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo

Apoio: FAPESP, Processo nº 2025/13203-4 · LabSanTec, EACH-USP

Coautores

Isabella Beatriz Guiducci do Nascimento
isabellaguiducci@usp.br

Diego Gouveia Marques
diego.marques@unesp.br

Valquíria de Campos
v.campos@unesp.br

Marcelo Antunes Nolasco
mnolasco@usp.br