Encontro Técnico AESABESP
Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

35ETC-06557

Alteração da Dosagem de Cloreto Férrico para Remoção de Fósforo de acordo com a Pluviosidade em uma Estação de Tratamento de Esgoto visando Economia Operacional



6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO

Iuli Theisen Escalante
Companhia Águas de Joinville

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

AESABESP
Associação dos Engenheiros da Sabesp

INTRODUÇÃO

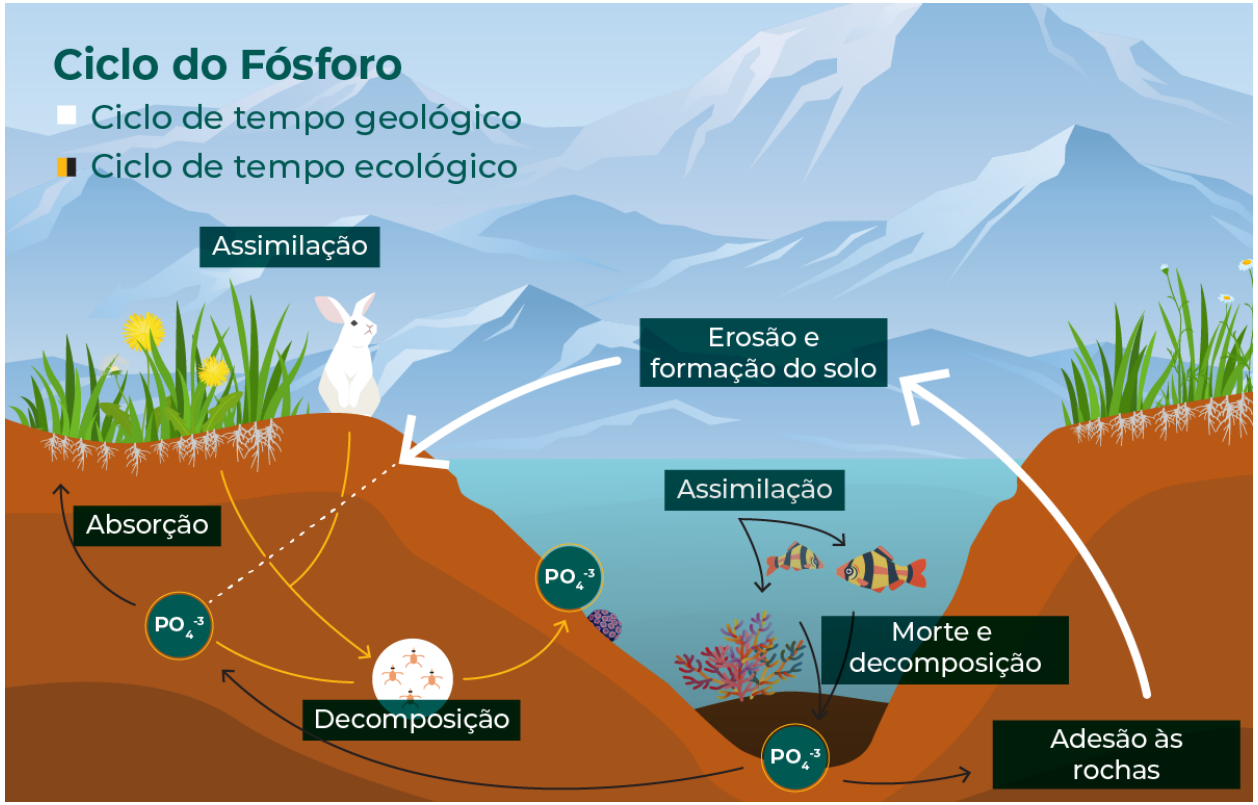
FÓSFORO – nutriente biológico

fertilizantes

detergentes

erosão do solo





Aumento da população =

aumento de esgoto sanitário

FÓSFORO NO ESGOTO SANITÁRIO

4 a 15 mg/L

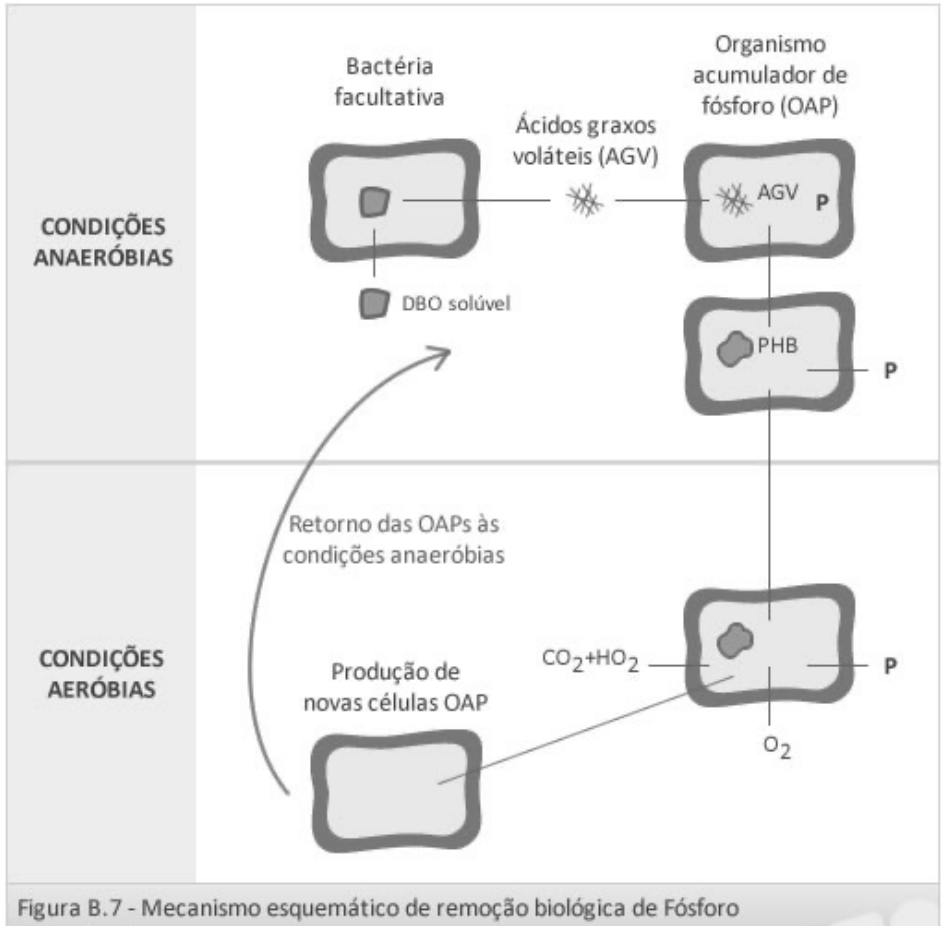


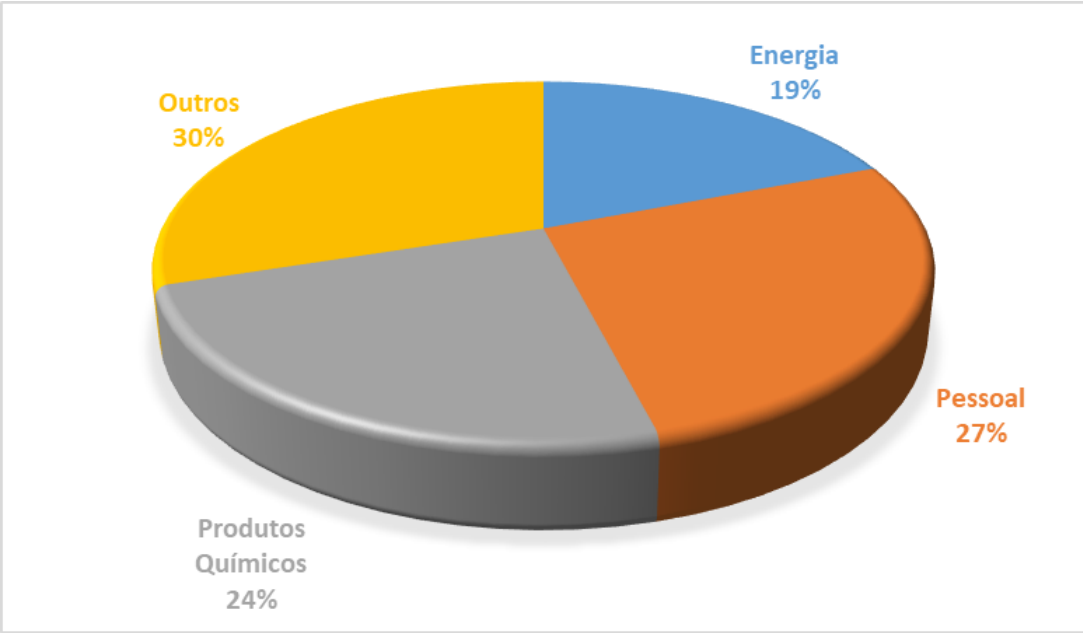
Figura B.7 - Mecanismo esquemático de remoção biológica de Fósforo

Remoção de 30%

Descarte de lodo

Cloreto Férrico - $FeCl_3$

CUSTOS OPERACIONAIS PARA ETES



Sustentabilidade do negócio

Performance e eficiência X custos operacionais

Resiliência e perenidade das organizações

Análise de dados

COLETA DE CHUVA NA REDE

ETE Espinheiros – CAJ

Fósforo - sedimentação forçada pela dosagem de Cloreto Férrico

Dosagem contínua independente da alteração da concentração do Fósforo

Resolução CONSEMA 182/2021: 4 mg/L de fósforo no efluente tratado



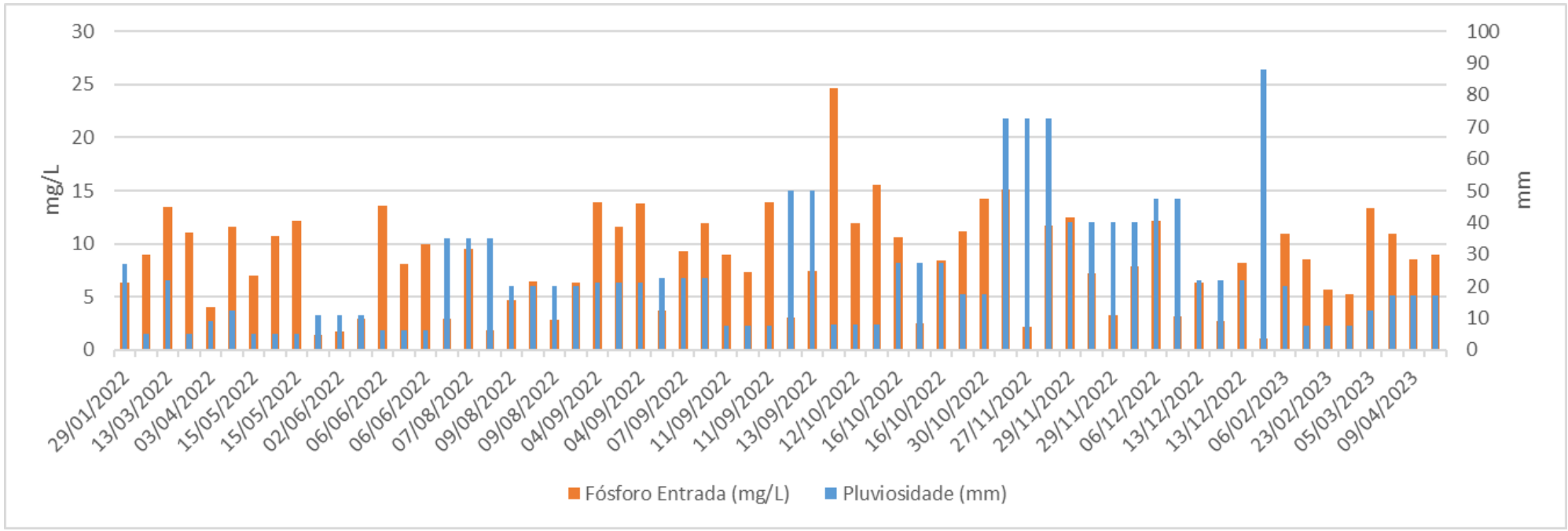
OBJETIVOS

Dosagem de Cloreto Férrico de acordo com a pluviosidade

- Garantir até 4 mg/L no efluente tratado
- Estimar a redução de consumo
- Quantificar a economia

METODOLOGIA

- Análise de dados históricos



Pluviosidade média (mm)	Concentração de P (mg/L)
0,5	>20
0,6	15 - 20
5,8	10 – 15
10,6	7 – 10
26,3	< 7

Análise estatística software R, interface Rstudio

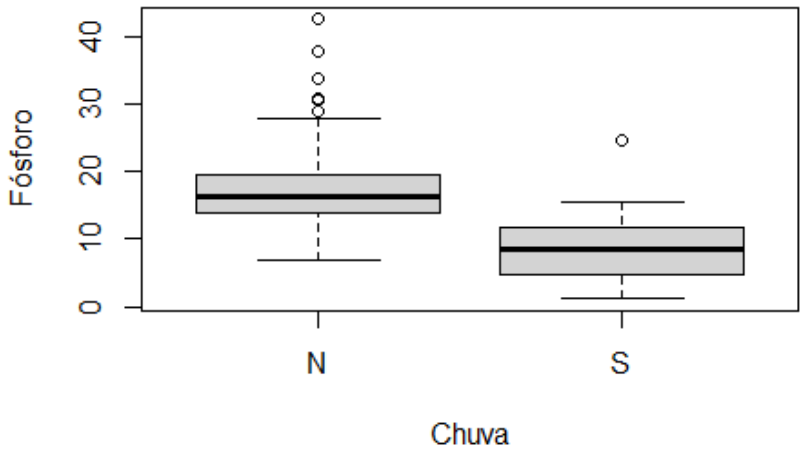
chuva igual ou maior a 5 mm o fator é ‘S’ (sim)

chuva menor que 5 mm o fator é ‘N’ (não)

Análise estatística descritiva do fósforo de acordo com a pluviosidade

Chuva	Unidade	Média	Mediana	Desvio padrão
S (Sim)	mg/L de fósforo	8,510	8,530	4,557
N (Não)		17,012	16,240	5,110

Gráfico de distribuição do fósforo para cada condição de pluviosidade



↑ 5 mm

↓ 50% P

Software R: Teste t de Student - Teste F

Diferença de médias entre os grupos é significativa.

Teste de amostra independente

Parâmetros	T-test para duas amostras	F-test para comparar duas variações	Hipótese alternativa
t	11,833	-	verdadeira diferença entre grupos N e S não é igual a zero
F	-	1,2576	verdadeira proporção de variâncias não é igual a 1
p-valor	< 0,001	0,2919	
Intervalo de confiança a 95% (α=0,05)	7.088103-9.916883	0.820007-1.841292	

Levando em consideração:

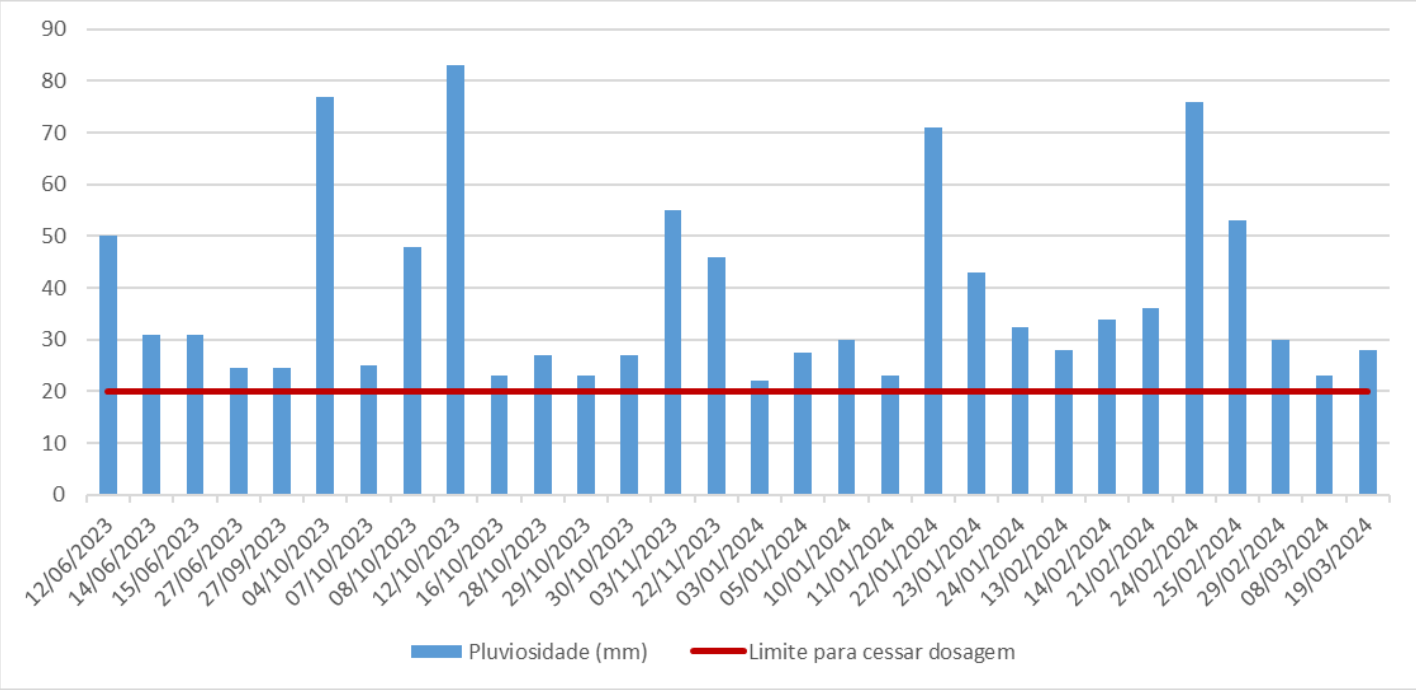
- pluviosidade média > 26,3 mm
- concentrações de fósforo menores que o valor típico de 7 mg/L

Propôs-se o seguinte:

Sem dosagem para pluviosidades >20 mm/24 h

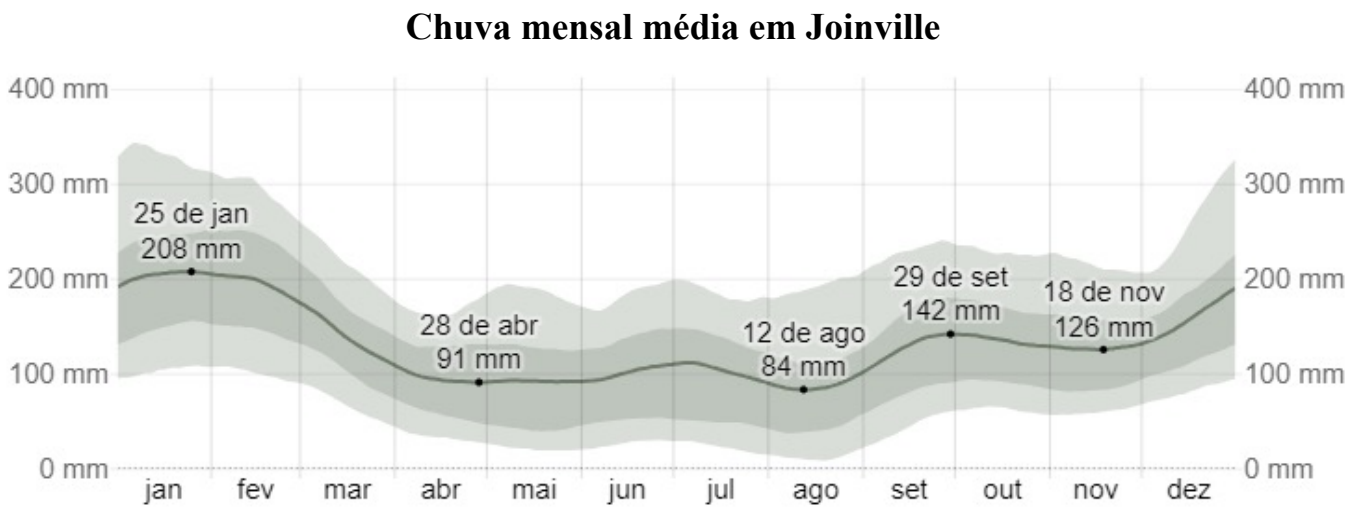
ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Junho de 2023 a Março de 2024 - 30 dias não contínuos

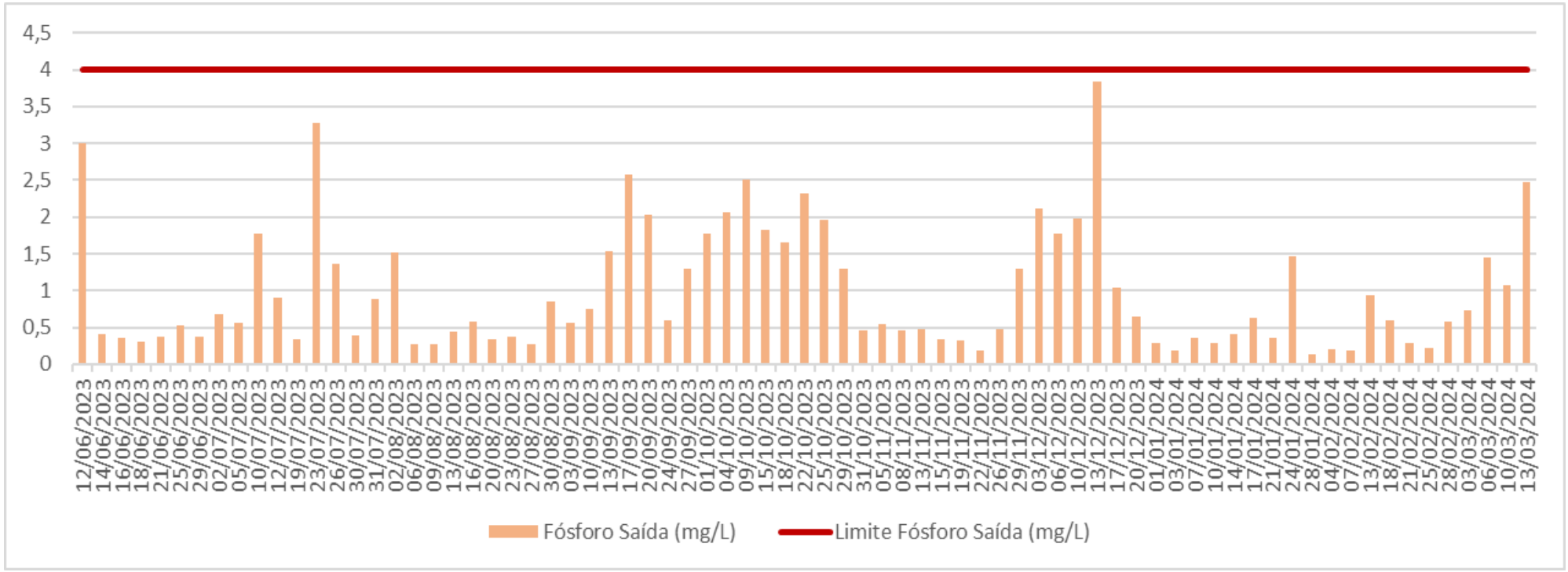


WeatherSpark

Período de maior precipitação histórica de chuva de Joinville.



Concentração de fósforo no efluente tratado



Consumo e custo do produto químico

Mês/ano	Soma dos dias sem dosagem	Volume médio não dosado (L)	Custo médio economizado (R$)	Saldo total economizado (R$)
jun/23	5	450	R$ 1.190,70	
set/23	3	225	R$ 425,25	
out/23	8	720	R$ 1.360,80	
nov/23	7	700	R$ 1.323,00	R$ 7.512,75
jan/24	7	644	R$ 1.217,16	
fev/24	7	861	R$ 1.627,29	
mar/24	3	195	R$ 368,55	

CONCLUSÕES

- Análise dos dados
- Economia de R$ 7.512,75 em 7 meses
- Redução de custos e despesas
- Estudos futuros - dosagem do produto químico por faixas de pluviosidade

REFERÊNCIAS

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L.; BARROS, M.T.L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. Introdução à engenharia ambiental. São Paulo: Prentice Hall; 2002.

CONSEMA - Conselho Estadual do Meio Ambiente. Resolução nº 182, de 06 de agosto de 2021. Estado de Santa Catarina - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável.

DERÍSIO, J.C. Introdução ao controle da poluição ambiental. 2ª ed. São Paulo: Signus Editora; 2000.

FRIEDLER, E.; PISANTY, E. *Effects of design flow and treatment level on construction and operation costs of municipal wastewater treatment plants and their implications on policy making*. Water Research, v. 40, n. 20, p. 3751–3758, 2006.

GERARDI, M. H. *Troubleshooting the Sequencing Batch Reactor*. New York, John Wiley & Sons, p. 143-158, 2003.

JENSEN, J.N. *A problem solving approach to aquatic chemistry*. New York, John Wiley & Sons, 585p, 2003.

ORHON, D.; ARTAN, N. *Modelling of activated sludge systems*. Technomic Publishing Co., 1994.

R Core Team (2023). R: *A Language and Environment for Statistical Computing*_. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.

SHAO, S.; MU, HL; YANG, FL; ZHANG, Y. Zhang; LI, JH. Aplicação da análise emergética à avaliação da sustentabilidade de estações de tratamento de águas residuais municipais. Sustentabilidade, 9 (1), 2017.

SANTOS, F. N. B. Análise comparativa dos custos operacionais de 44 estações de tratamento de esgoto na região sudeste do Brasil. Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Minas Gerais, 2018.

VON SPERLING, M. Lodos Ativados. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, p. 287-289, 2012.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol. 1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG. 2. ed. Revisada, 1996.

WEATHERSPARK. Clima e condições meteorológicas médias em Joinville no ano todo. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/30040/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Joinville-Brasil-durante-o-ano>. Acesso em: 15/03/2024.

Encontro Técnico AESABESP
Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente



35ETC-06557

Alteração da Dosagem de Cloreto Férrico para Remoção de Fósforo de acordo com a Pluviosidade em uma Estação de Tratamento de Esgoto visando Economia Operacional

Obrigada!

Iuli Theisen Escalante
Companhia Águas de Joinville

(47) 99631-1236

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

AESABESP
Associação dos Engenheiros da Sabesp