



# Encontro Técnico **AESABESP**

Congresso Nacional  
de Saneamento e  
Meio Ambiente

**34ETC-06383 - AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE SISTEMA DE PÓS-TRATAMENTO DE REATORES UASB, COMPOSTO DE FILTRO BIOLÓGICO PERCOLADOR DE ALTA CARGA, EM UMA ETE EM ESCALA PLENA OPERANDO COM PROTOCOLO ADEQUADO DE DESCARTE DE LODO EXCEDENTE AERÓBIO**

Saulo Nonato de Souza, Msc  
Filipe Bicalho - Luiz Pinheiro – Fernando Machado  
COPASA MG – saulo.souza@copasa.com.br

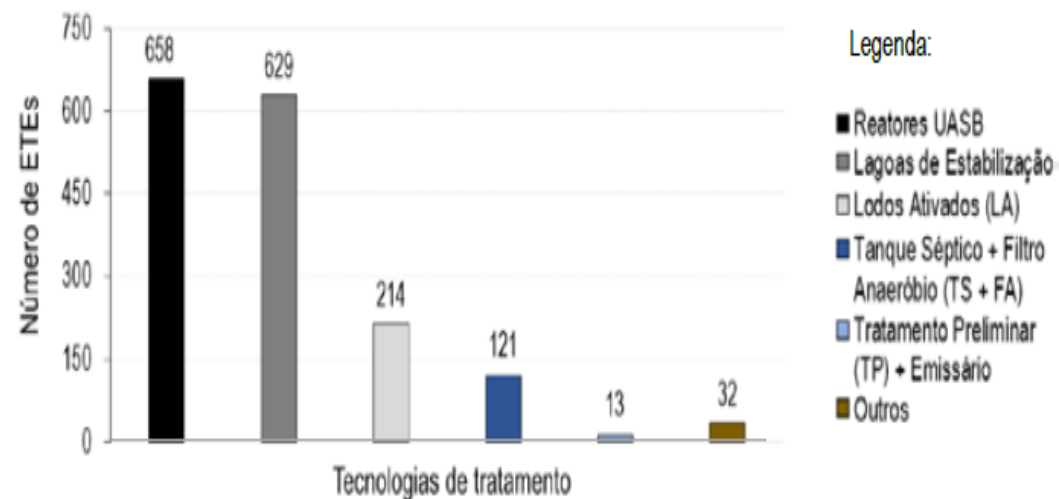
**OBJETIVOS** DE DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL

## Introdução:

- ✓ Sistemas anaeróbios possuem grande aceitação no Brasil;
- ✓ 1.667 ETEs foram inventariadas em seis estados mais o DF (Chernicharo et al, 2018);
- ✓ 51,5 % da população brasileira;
- ✓ 40% das ETEs avaliadas utilizam reatores UASB;
- ✓ Na COPASA: 147 de 189 ETEs UASB + Pós-Tratamento (2016)



Ente Federativo	Nº. de ETEs inventariadas
SP	871
PR	290
MG	219
MS	95
RJ	93
SC	83
DF	16
Σ	1.667

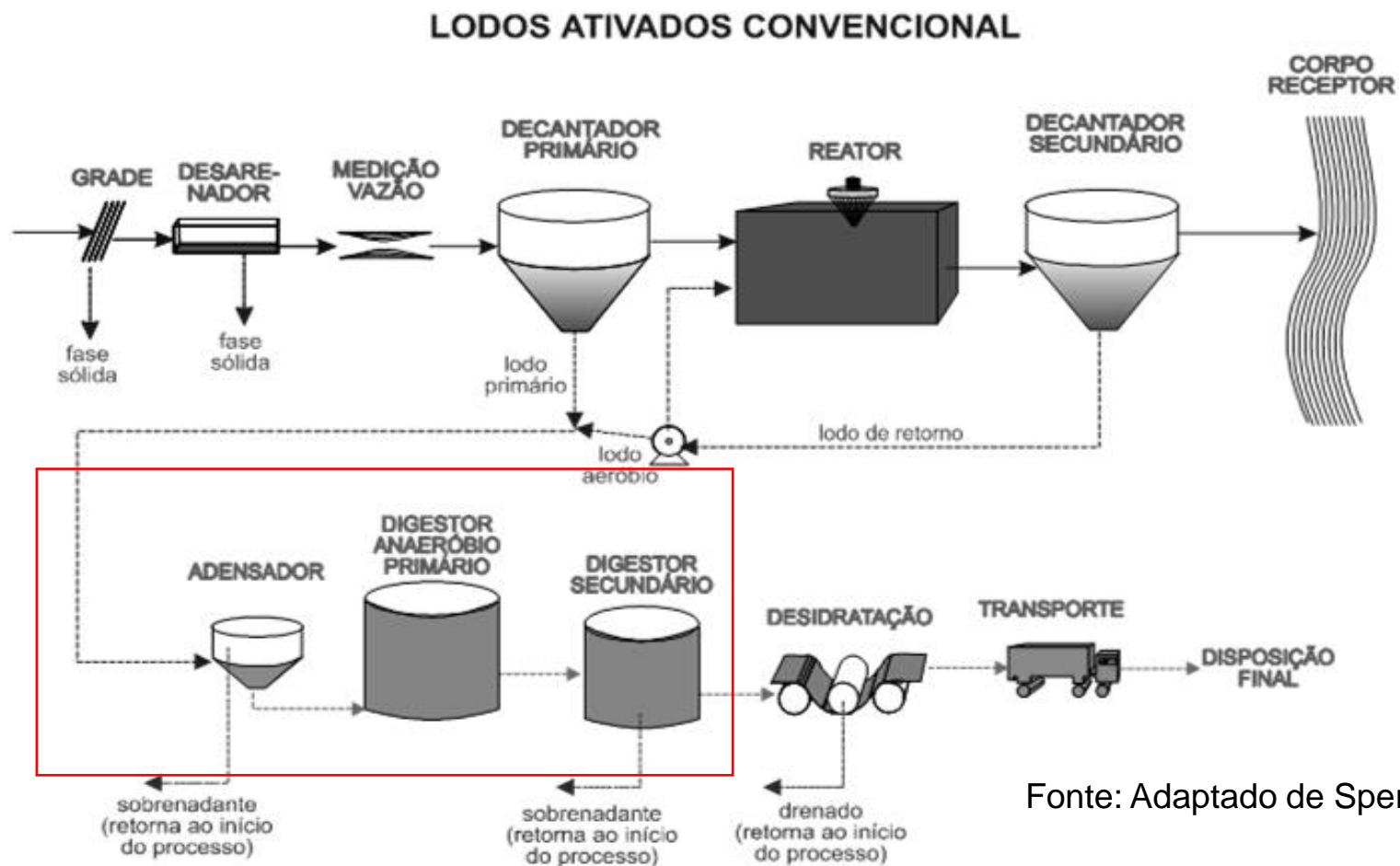


Legenda:

- Reatores UASB
- Lagoas de Estabilização
- Lodos Ativados (LA)
- Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio (TS + FA)
- Tratamento Preliminar (TP) + Emissário
- Outros

## Introdução:

- ✓ Alternativa aos sistemas convencionais;

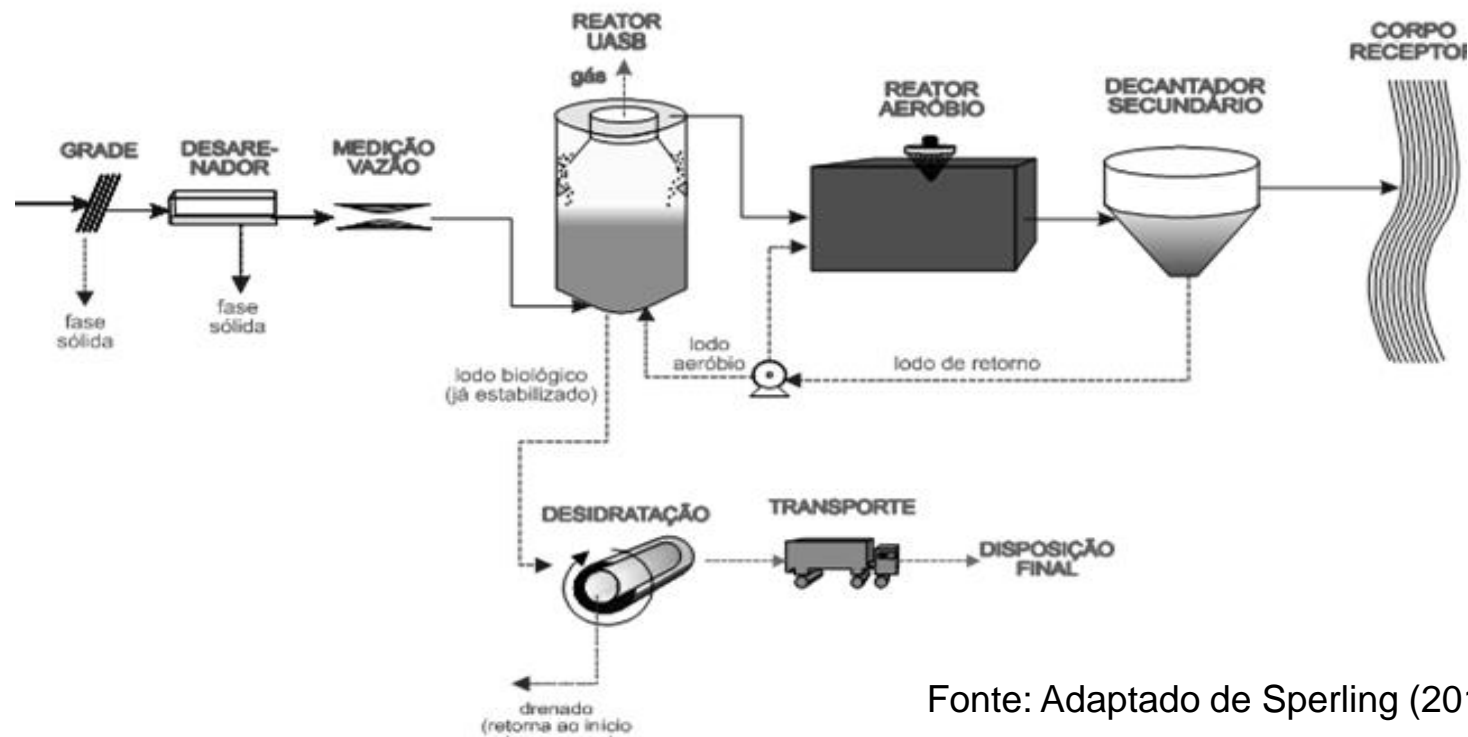


Fonte: Adaptado de Sperling (2014)

## Introdução:

- ✓ **Alternativa:** adensar e tratar o lodo aeróbio nos reatores anaeróbios.(Van Haandel e Letinga, 1994) e (Alem Sobrinho e Jordão, 2001);

### REATOR UASB SEGUIDO POR LODOS ATIVADOS



Fonte: Adaptado de Sperling (2014)

## Introdução:

### Trabalhos acadêmicos em escala plena:

- ✓ Magalhães (2012): ETE Laboreaux, Sistema UASB + FBP + DSE, atendimento 70.000 hab.  
Eficiência de remoção de DQO (72%) e SST (80%); Eficiência sem o retorno do lodo foi superior, 95% para os dois parâmetros;
- ✓ Chernicharo *et al.* (2014): ETE Onça, Sistema UASB + FBP + DSE, atendimento 1.000 mi hab.  
**Sem retorno do lodo:** 165 e 174 mgDQO/L.  
**Com retorno do lodo:** 200 e 162 mgDQO/L;
- ✓ Silva *et al.* (2017): ETE Várzea Paulista, Sistema UASB + Reator de Fluxo alternado (lodos ativados), atendimento 277.000 hab.  
**Sem retorno do lodo:** 191 mgDQO/L.  
**Com retorno do lodo:** 254 mgDQO/L;
- ✓ Souza (2020): ETE Mateus Leme, Sistema UASB + FBP + DSE, atendimento 10.560 hab.  
**Pesquisa e estabelecimento de protocolo operacional**  
**Resultados apurados:** 208 a 288 mgDQO/L;

## **Objetivo:**

**Avaliar o desempenho de sistema de pós-tratamento de reatores UASB, composto de filtro biológico percolador de alta carga, em uma ETE em escala plena operando com protocolo adequado de descarte de lodo excedente aeróbio.**

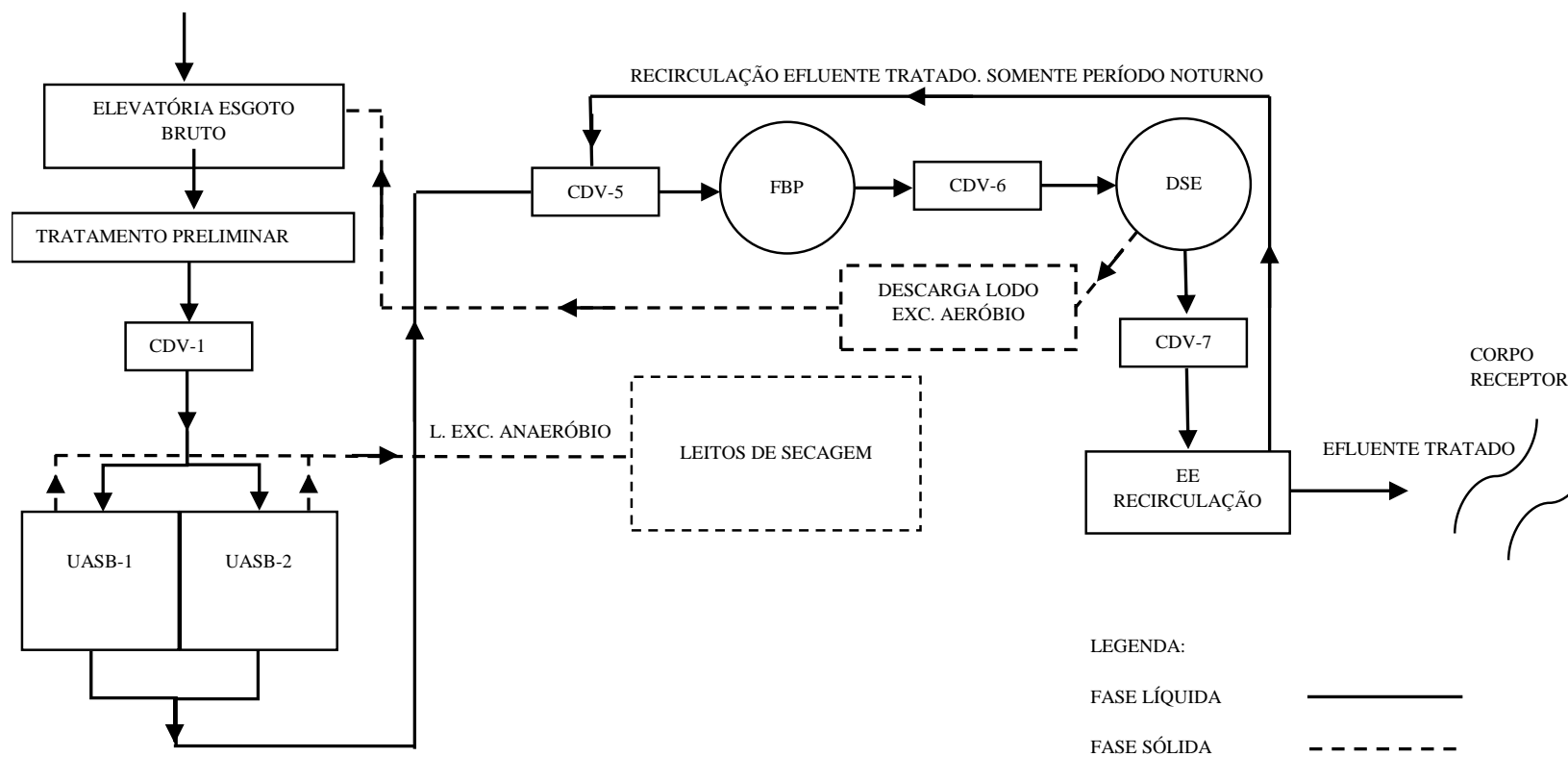
## Metodologia

### Vista geral da ETE Mateus Leme:



## Metodologia

### Fluxograma ETE Mateus Leme:





## Metologia:

## Principais Dimensões:

Principais dimensões das unidades de tratamento da ETE Mateus Leme

<b>Características</b>	<b>Reatores UASB</b>	<b>Filtro Biológico Percolador</b>	<b>Decantador Secundário</b>	<b>Leitos de Secagem</b>
População (hab.)		10.560		
Vazão (L/s)		22,0		
Unidades	02	01	01	04
Geometria	Retangular	Circular	Circular	Retangular
Dimensões (m)	12,0 x 8,5	D = 12,0	D = 10,0	10,0 x 20,0
Prof. útil (m)	4,5	2,5	3,5	0,33
Volume útil (m)	918,0	282,7	274,9	264,0

## Metodologia

### Protocolos de Descartes de Lodo aeróbio adotado na ETE

- ✓ Lodo aeróbio enviado para o Reator UASB desde o início de operação da ETE;
- ✓ A partir da pesquisa de mestrado que foi realizada e finalizada em dezembro de 2019 foi implementada a rotina de descartes noturnos. A partir do aumento de vazão afluyente ao sistema foi necessário ajustar o protocolo de descarte de lodo: entre 10h e 22h – abertura de 5 minutos a cada uma hora; entre 22h e 10h – abertura de 10 minutos a cada uma hora

### **Programa de Monitoramento:** (Laboratório COPASA)

- ✓ DBO e DQO Total, SST e SSed: afluyente e efluente ao sistema de pós-tratamento – FBP/DSE

### **Avaliação dos parâmetros hidráulicos do Filtro biológico e decantador secundário**

## Resultados Obtidos

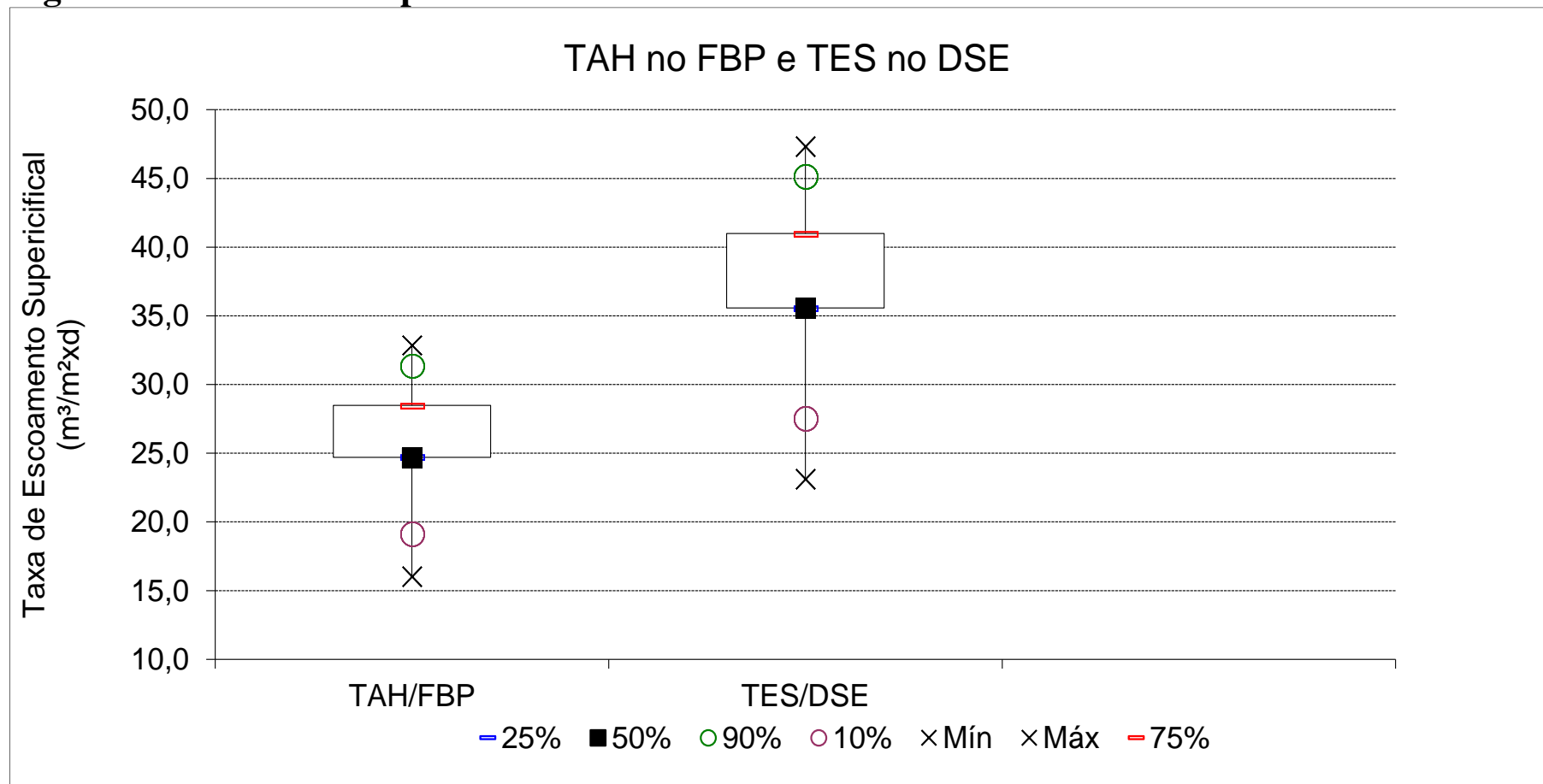
**Tabela 3: Estatística descritiva referente à Taxa de Aplicação Hidráulica – TAH ( $\text{m}^3/\text{m}^2\text{xd}$ ) e Carga Orgânica Volumétrica – COV ( $\text{kg DBO}/\text{m}^3\text{xd}$ ) no FBP e Taxa de Escoamento Superficial – TES ( $\text{m}^3/\text{m}^2\text{xd}$ ) no DSE da ETE Mateus Leme**

	TAH/FBP	COV/FBP	TES/DSE
Número de dados N	24	23	24
Média	25	0,4	36
Mínimo	16	0,1	23
Máximo	33	0,7	47
Desvio padrão	5	0,2	7
Coef. variação	0,19	0,39	0,19

*NBR 12.209  $\leq$  24*

## Resultados Obtidos

Figura 4 – Gráfico Box-plot da TAH no FBP e TES no DSE da ETE Mateus Leme



Fonte: Elaborado pelo autor.

## Resultados Obtidos

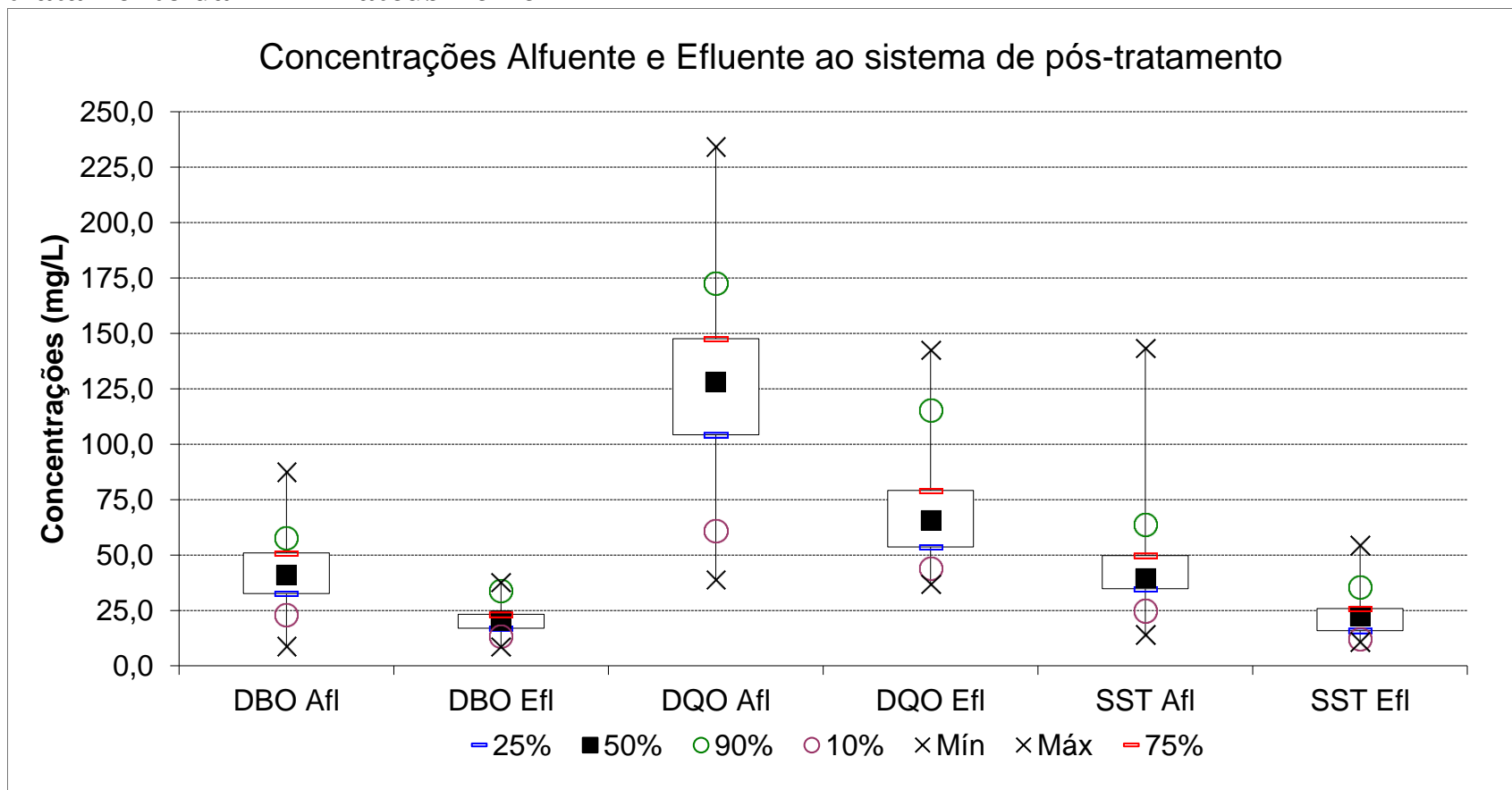
**Tabela 2: Estatística descritiva referente às concentrações de DBO Total, DQO Total, SST e SSed do afluente e efluente do sistema de pós-tratamento (FBP + DSE) da ETE Mateus Leme**

Estatística	DBO – FBP/DSE		DQO – FBP/DSE		SST – FBP/DSE		SSed – FBP/DSE	
	Afluente	Afluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente
Número de dados N	23	24	23	24	23	24	<b>23</b>	<b>24</b>
Média	42	21	124	71	47	24	0,3	0,1
Mínimo	9	9	39	37	14	11	0,1	0,1
Máximo	87	38	234	142	143	54	1,0	0,1
Desvio padrão	18	8	47	27	27	11	0,2	0,0
Coef. variação	0,42	0,35	0,38	0,38	0,58	0,48	0,76	0,00

Fonte: elaborada pelo autor a partir dos dados disponibilizados pela COPASA MG.

## Resultados Obtidos

**Figura 3 – Gráfico Box-plot das concentrações afluente e efluente de DBO, DQO e SST no sistema de pós-tratamento da ETE Mateus Leme**



Fonte: Elaborado pelo autor.

## Conclusões e Recomendações

- ✓ Os percentis 90 dos valores de concentração efluente do sistema de pós-tratamento avaliado para os parâmetros DBO Total, DQO Total e SST foram respectivamente de 34, 115 e 36 mg/L;
- ✓ Tais valores indicam que o sistema de pós-tratamento operou de forma satisfatória e garantiu o polimento necessário ao efluente dos reatores UASB;
- ✓ 100% dos valores de concentração observados no efluente final da ETE estiveram abaixo do limite estabelecido para estes na legislação Estadual, DN COPAM – CERH 01/2008 e 08/2022, que é de 60 mg/L para a DBO Total, 180 mg/L para a DQO Total e 100 mg/L para o SST;
- ✓ Em relação à Carga Orgânica Volumétrica afluyente ao FBP 90% dos valores observados foram menores ou iguais a 0,6 kg DBO/m<sup>3</sup>xd, que foi o valor considerado no projeto de dimensionamento da unidade. 100% dos valores observados menores do que o recomendado na NBR 12.209;

## Conclusões e Recomendações

- ✓ O percentil 90 dos valores de Taxa de aplicação hidráulica observados no filtro foi de 31 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>xd e 100% dos valores estiveram abaixo do limite recomendado na NBR 12.209/2011 – 50 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>xd;
- ✓ No decantador secundário da estação foi observada uma Taxa de Escoamento superficial mediana de 35,6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>xd, com percentil 90 observado de 45,1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>xd, valores estes bem superiores ao limite recomendado na NBR 12.209/2011 que é de 24 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>xd.
- ✓ A efetiva retirada de lodo excedente do sistema de pós-tratamento aeróbio tem implicado em elevada eficiência do processo de tratamento;
- ✓ O adequado gerenciamento do lodo excedente gerado em toda a estação dará melhores condições para que o sistema venha a remover o nitrogênio amoniacal na etapa aeróbia, após a realização de adequação do processo de tratamento, considerando que a COV afluyente ao sistema tem apresentado valores baixos, o que é um requisito para tal remoção;



**OBRIGADO!**

**Saulo Nonato**

[saulo.souza@copasa.com.br](mailto:saulo.souza@copasa.com.br) – (31) 99819-7952