

## Evolução na gestão de Aterros Sanitários: Drenagem, Monitoramento e Tratamento de Chorume

# Indicadores de Qualidade no co-tratamento de chorume em Estações de Tratamento de Esgotos

Dezembro - 2019



## Volume e Composição do chorume

### Volume:

**Fatores climáticos** – precipitação pluviométrica, evapotranspiração e temperatura;  
**Hidrogeológicos** - escoamento superficial, infiltração, recirculação do chorume, etc;  
**Características das camadas de cobertura** – declividade, umidade, etc;  
**Características dos resíduos** – granulometria, compactação, etc;  
**Método de impermeabilização, sistema de drenagem, etc;**

### Composição:

**Material orgânico** – ácidos graxos voláteis e compostos orgânicos mais refratários (ácidos fúlvicos e húmicos );

**Macro componentes inorgânicos** – Ca, Mg, Na, K, Fe, NH<sub>4</sub>, Cl, SO<sub>4</sub> e bicarbonatos;

**Metais pesados** – Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn ...

Compostos orgânicos xenobióticos originários de esgotos domésticos e químicos em baixas concentrações – hidrocarbonetos aromáticos, pesticidas , etc.

(Christenesen *et al*, 1994 *apud* Kjeldsen *et al*, 2002)

# Níveis de metais pesados em aterros brasileiros e limites críticos

Metal	Concentração (mg/L)		
	Limite para inibição de processos biológicos (1)	Faixa mais provável em aterros Brasileiros (2)	Limite máximo para efluentes de ETEs (Conama 430/11)
Cádmio	1	0 – 0,065	0,2
Cromo hexa.	2	0,003 – 0,5	0,1
Cobre	1	0,05 – 0,15	1,0
Ferro	35	0,01 - 65	15
Chumbo	1	0,01 – 0,5	0,5
Manganês	1	0,04 – 2,0	1,0
Mercúrio	0,002	s/inf	0,01
Níquel	1	0,3 – 0,5	2,0
Prata	0,03	s/inf	0,1
Zinco	1 a 5	0,01 – 1,5	5,0
Cianeto	1	s/inf	1,0
Arsênio	0,7	s/inf	0,5

(1) Musterman, 1996

(2) Prosab, 2009

## Variação na composição do chorume gerados em aterros brasileiros – (Prosab 2009)

Parâmetro	Faixa máxima	Faixa mais provável
Alcalinidade (mg CaCO <sub>3</sub> )	750 - 11400	750 - 7100
DBO (mg/L)	<20 a 30.000	750 a 7.100
DQO (mg/L)	190 a 80.000	190 a 22.000
TKN (mg/L)	80 a 3.100	-
NN4+ (mg/L)	0,4 a 3.000	0,4 a 1.000
Fósforo (mg/L)	0,1-40	10 a 100
pH	5,7 a 8,6	7,2 – 8,6
STD (mg/L)	3.200 a 21.900	3.200 a 14.400



**caesb**



# Variação na composição do lixiviado x Tempo de operação do aterro - (Chian e DeWalle, 1976 apud Renou et al., 2008)

	Novo	Intermediário	Velho
<b>Idade (anos)</b>	<5	5 - 10	>10
<b>pH</b>	6,5	6,5-7,5	>7,5
<b>DQO (mg/L)</b>	>10000	4000 -10000	<4000
<b>DBO<sub>5</sub>/DQO</b>	>03	0,1-0,3	<0,1
<b>Compostos orgânicos</b>	80% (AGV)	5 -30%( AGV+ácidos húmicos e fúlvicos)	Ácidos húmicos e fúlvicos
<b>Metais pesados</b>	Baixa - média	-	Baixa
<b>Biodegradabilidade</b>	Alta	Média	Baixa



# Comparação da caracterização do chorume e de esgotos domésticos

	Concentração mg/L				
	DBO	DQO	NT	SS	ST
Esgoto doméstico DF (valor médio 2017 e 2018)	575	997	55	373	913
Chorume - ASB	9934	25807	563	658	18322



# Reflexão sobre a escolha do processo de tratamento de chorume

ETE



90%

DBO < 40 mg/L  
DQO < 100 mg/L  
NH4 < 5 mg/L

CHORUME



DBO – 10.000 mg/L  
DQO - 20.000 mg/L  
NH4 – 1.500 mg/L

> 99,5 %

Necessidade de remoção



# PRÉ – TRATAMENTO

## CHORUME BRUTO



- DBO – 10.000 mg/L
- DQO - 20.000 mg/L
- NH4 – 1.500mg /L

## CHORUME PRÉ-TRATADO

- DBO – 5.000 mg/L
- DQO - 10.000 mg/L
- NH4 – 750 mg/L

## LANÇAMENTO

- DBO < 20 mg/L  
DQO < 100 mg/L  
NH4 < 5 mg/L

> 99%

Necessidade de remoção

## Alternativas para o tratamento

- Que processo atinge 99% de remoção ?
- Que processo é capaz de manter eficiência no tratamento do chorume produzido ao longo de toda vida do aterro?



## Processos de Tratamento de Chorume e níveis de Eficiência - (Prosab 2009)

Processo	DBO	DQO	AMÔNIA
Biológicos	60 %	90 %	80%
Oxidação Química	80 %	80 %	0 %
Leito Fixo	80 %	80 %	0 %
Coagulação	50 %	50 %	50 %
Evaporação	90 %	90 %	20 %
Stripping	0 %	0 %	50 %
Osmose Reversa	99 %	99 %	99 %



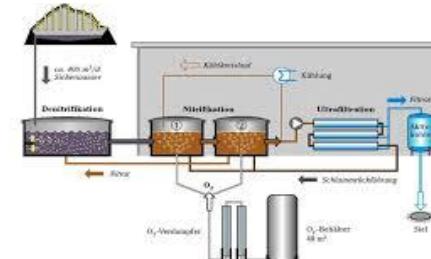
# Alternativas para o tratamento



Após pré-tratamento <2%

Tratamento específico

ETE



## Alternativas para o tratamento

- OSMOSE REVERSA - \$\$\$\$\$ - RESÍDUO 30%
- EVAPORAÇÃO - \$\$\$\$\$\$ - - RESÍDUO < 5%



# Processos de Tratamento de Esgotos



- **FÍSICOS**
- **BIOLÓGICOS**
- **QUÍMICOS**

O principal processo de remoção de carga orgânica é o processo Biológico.



**TRATAMENTO COMBINADO  
X  
DILUIÇÃO EM ESGOTOS**



# Tratamento combinado em ETEs

## Chorume Bruto

	DQO	DBO	Amônia	DQO	DBO	Amônia	
	Concentração - (mg/L)			Remoção - %			
<b>Esgoto doméstico</b>	800	400	30	Esgoto	80 %		
I – Chorume bruto (1%)	20.000	10.000	1.500	Chorume	35%		
II – Chorume bruto (1,5%)	20.000	10.000	1.500				
III – Chorume bruto (2%)	20.000	10.000	1.500				
<b>Mistura BI – mg/L</b>	992	496	44,7	284,8	142,4	15,5	
%	124	124	149	71,3	71,3	65,2	
<b>Mistura BII- mg/L</b>	1088	544	52,05	347,2	173,6	20,3	
%	136	136	173	68,09	68,09	60,9	
<b>Mistura BIII - mg/L</b>	1184	592	59,4	409,6	204,8	25,1	
%	149	148	198	65,4	65,4	57,73	



# Tratamento combinado em ETEs chorume pré-tratado

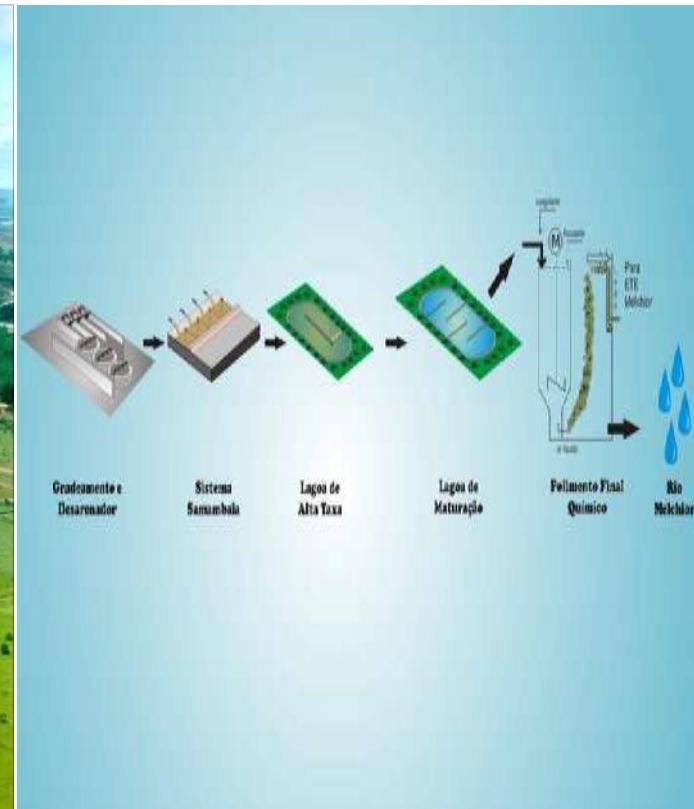
	DQO	DBO	Amônia	DQO	DBO	Amônia	DQO	DBO	Amônia
	Concentração - (mg/L)			Remoção - %			Remoção - %		
Esgoto	800	400	30	Esgoto		80 %	Esgoto		80 %
I – Chorume pré-trat. (1%)	10.000	5.000	750	Chorume		35%	Chorume		70%
II – Chorume pré-trat. (1,5%)	10.000	5.000	750						
III – Chorume pré-trat. (2%)	10.000	5.000	750						
Mistura PI – mg/L	892	446	37	223	112	11	188	94	8
%	111%	111%	124%	75,0	75,0	71	79	79	78
Mistura PII – mg/L	938	469	40,8	255	128	13	201	101	9,2
%	117	117	136	73	73	68	78,5	78,5	77,3
Mistura PIII – mg/L	984	492	44	287	143	16	215	107,6	10,3
%	123	148	148	71	71	65	78,1	78	76,8



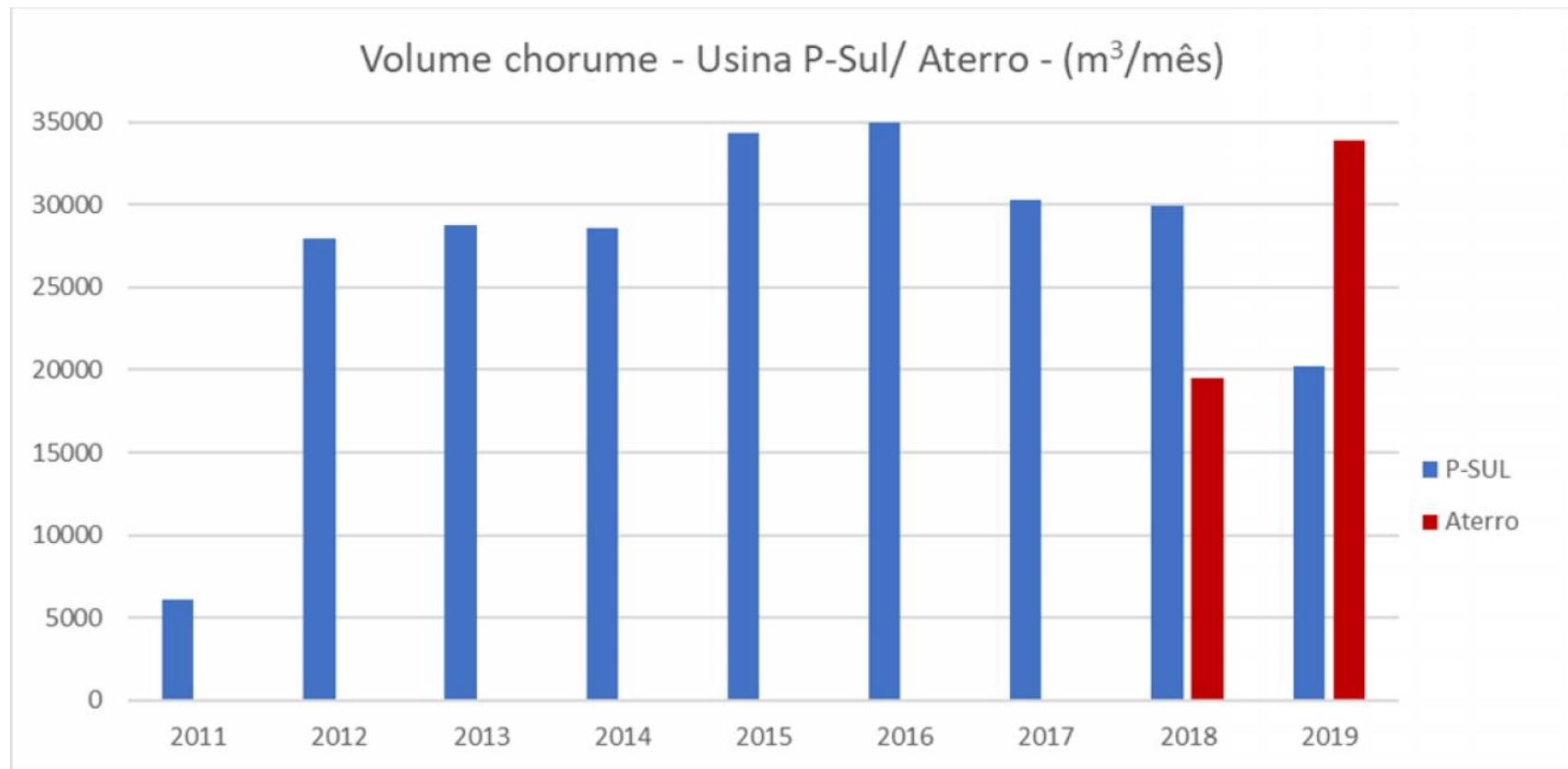
## **Análise do co-tratamento no sistema de esgotamento sanitário do Distrito Federal**



# ETE Samambaia

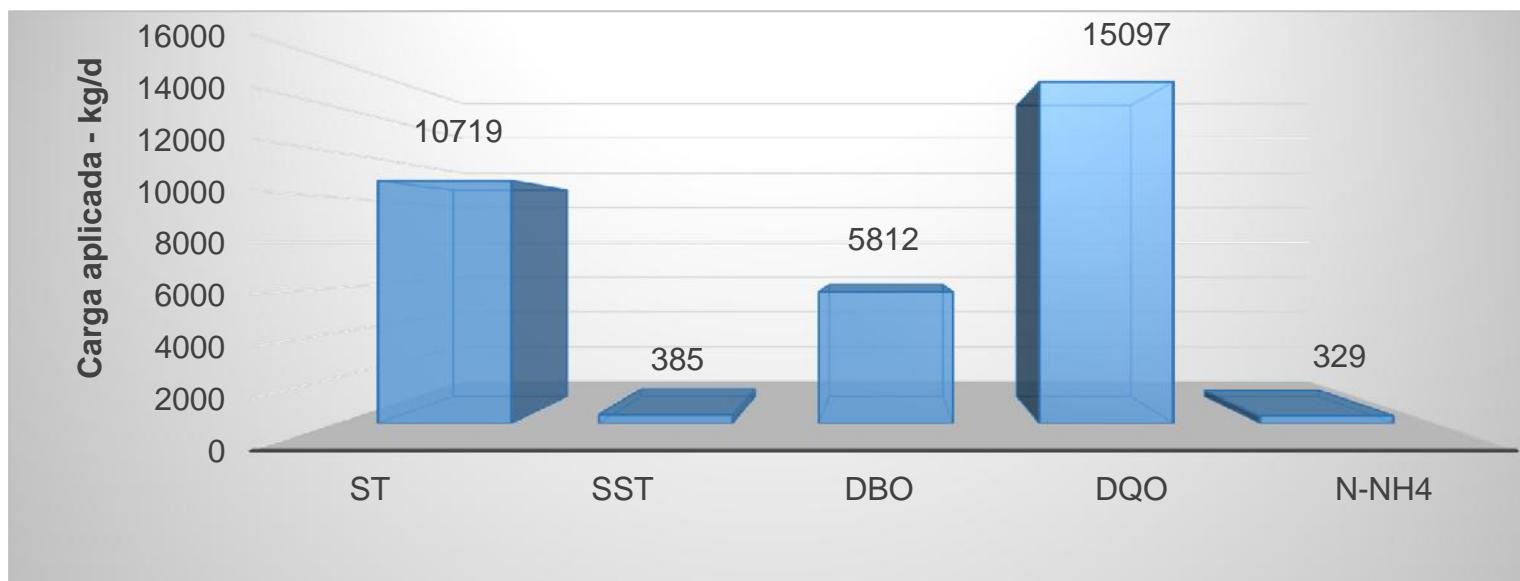


## Volume de chorume - ETE Samambaia



## Carga do chorume produzido

- Aterro sanitário – 345 m<sup>3</sup>/dia (15 caminhões de 23m<sup>3</sup>)
- Usina de compostagem e triagem P-Sul - 240 m<sup>3</sup>/dia (12 caminhões de 20m<sup>3</sup>)



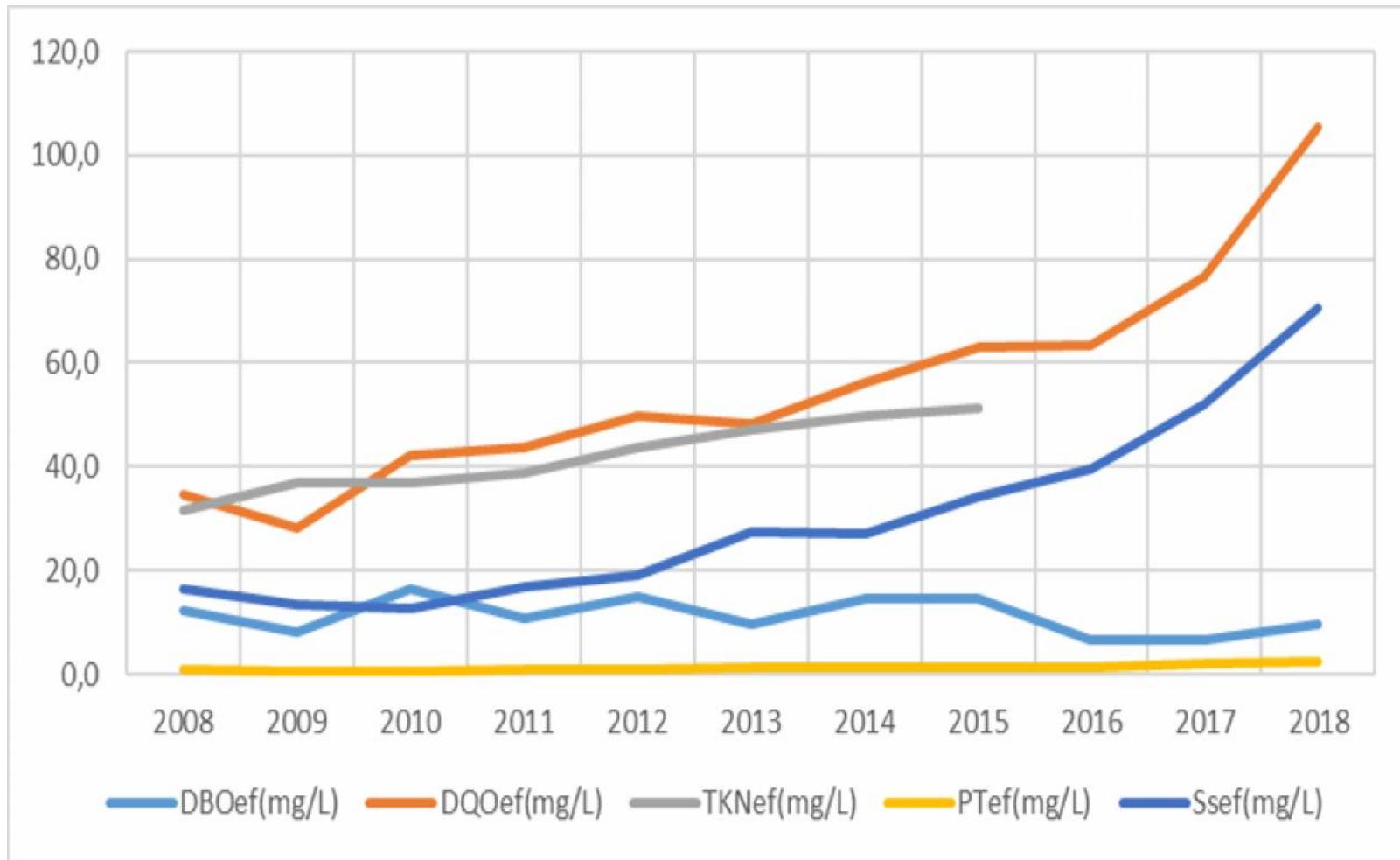
## Lançamento do chorume na ETE Samambaia



# Impacto do lançamento do chorume na ETE Samambaia

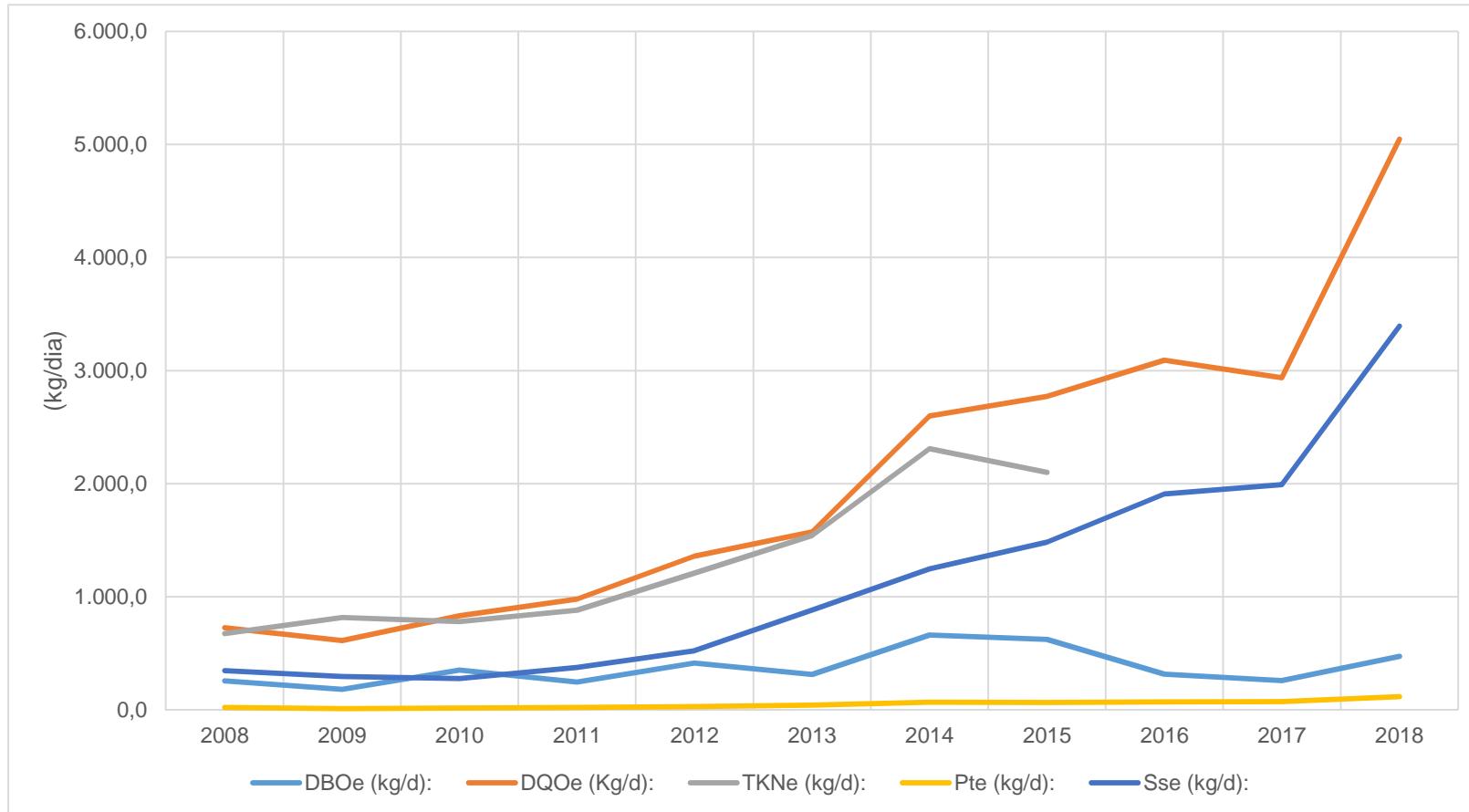


## Médias das Concentrações Efluentes - ETE Samambaia

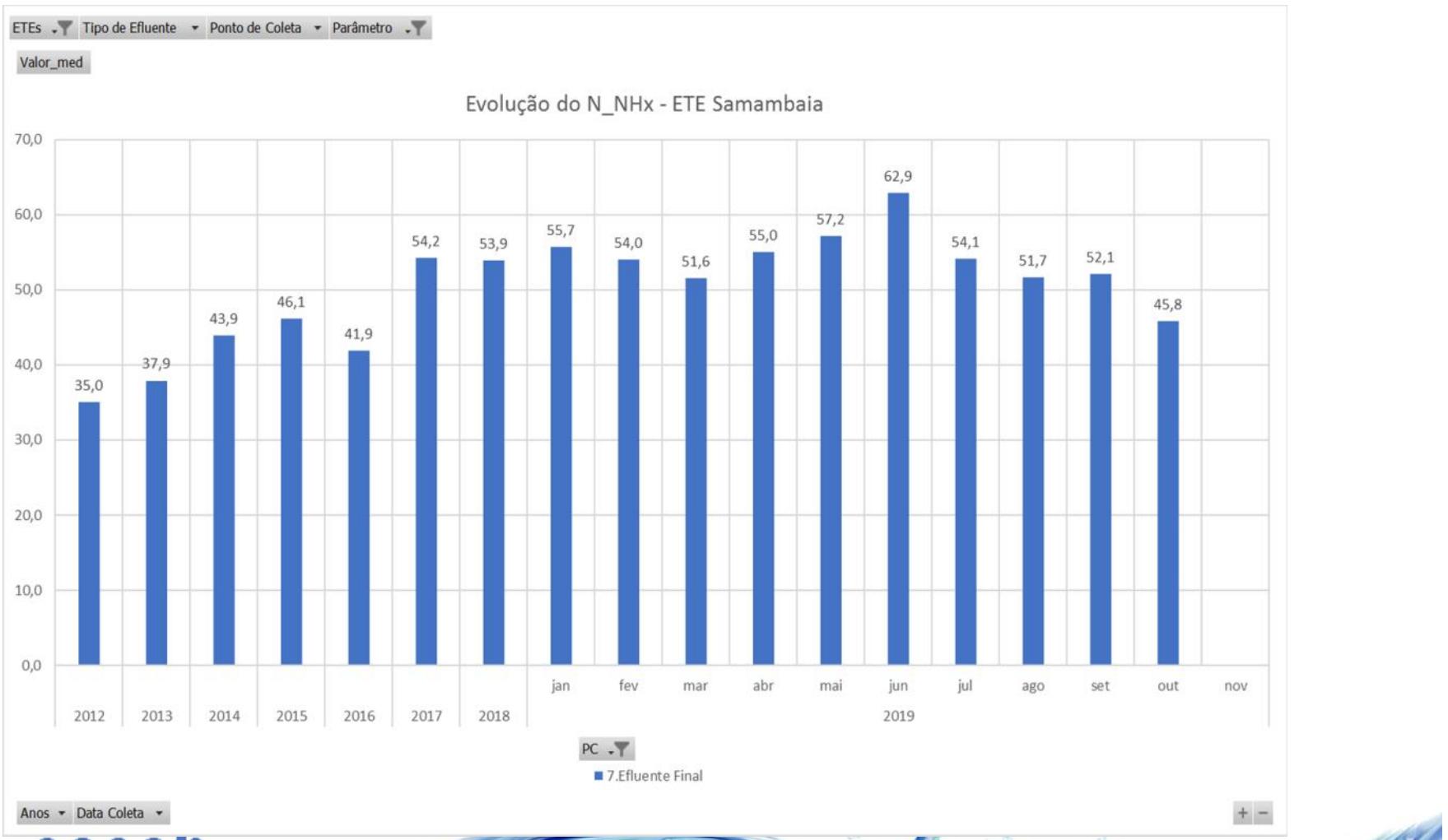


caesb

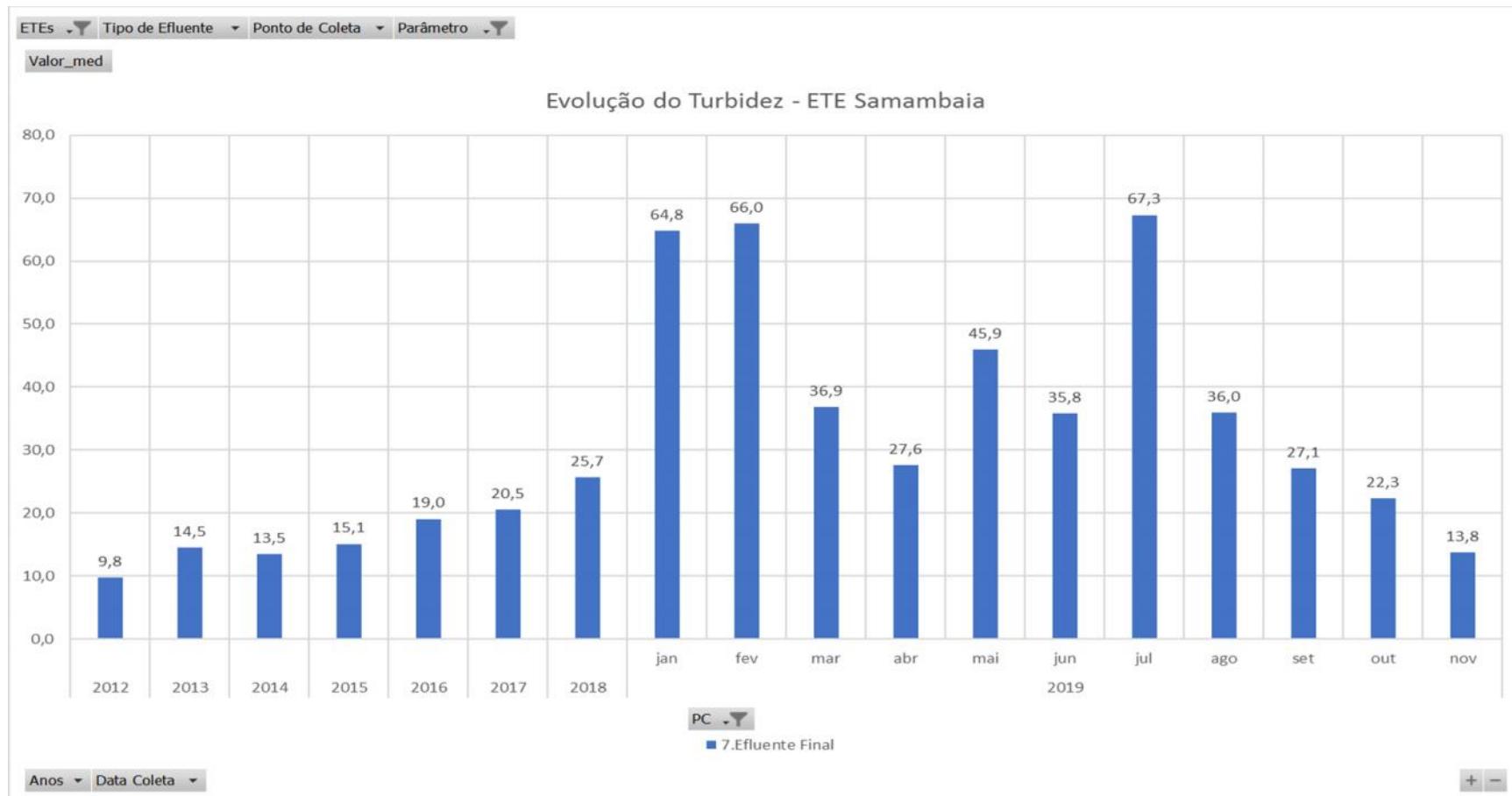
## Médias das Cargas Efluentes - ETE Samambaia



# Médias das Concentrações Efluentes - ETE Samambaia

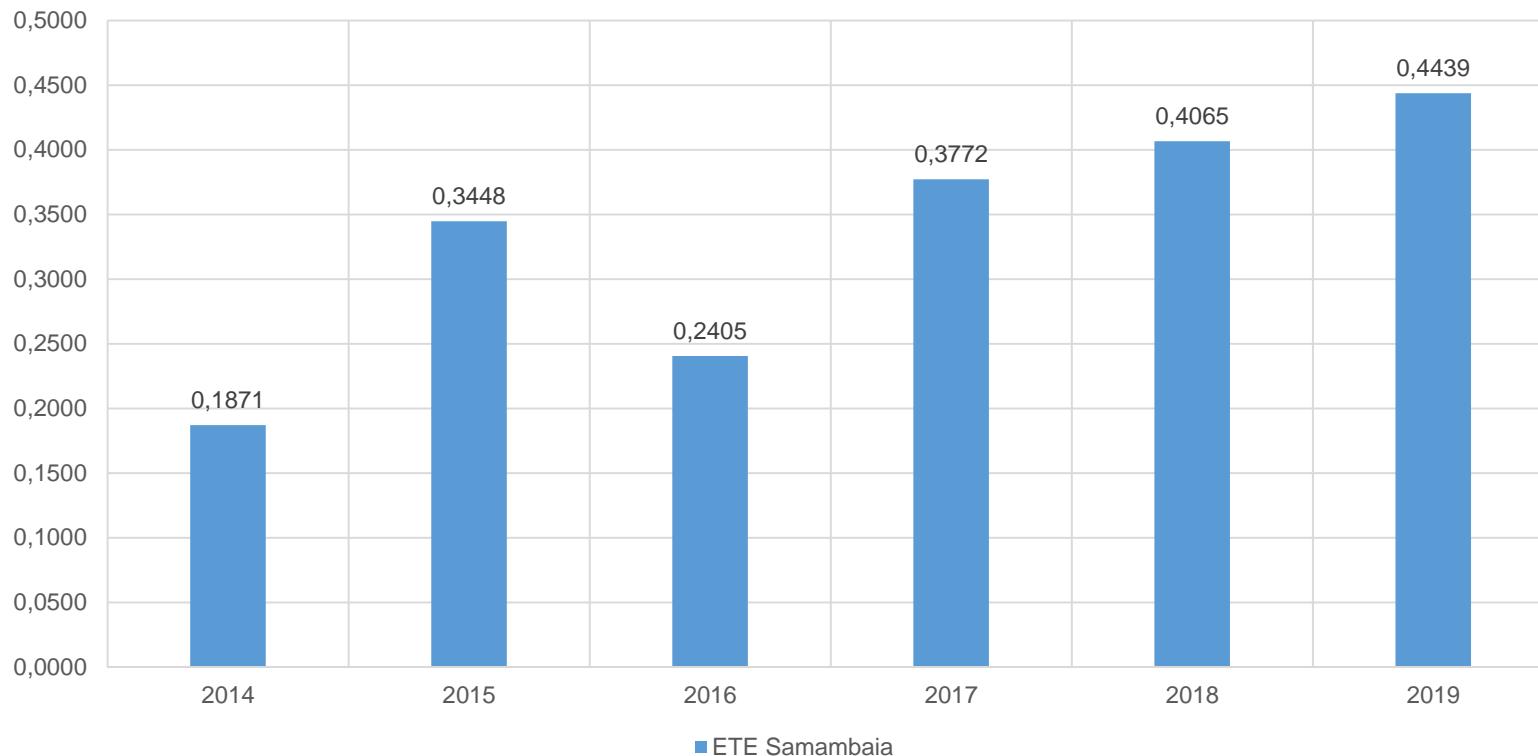


# Médias das Concentrações Efluentes - ETE Samambaia

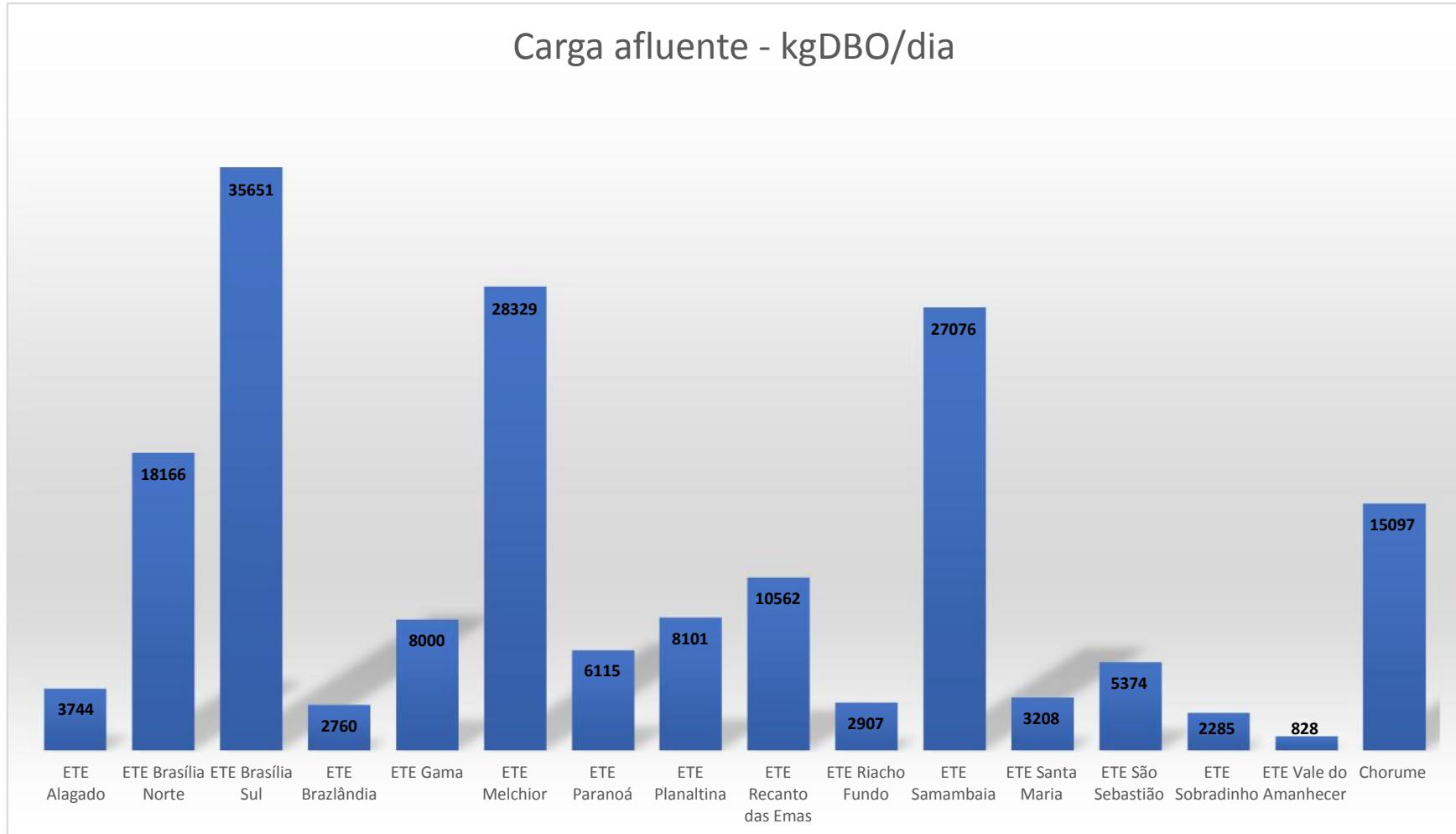


# Consumo específico de sulfato de alumínio - ETE Samambaia

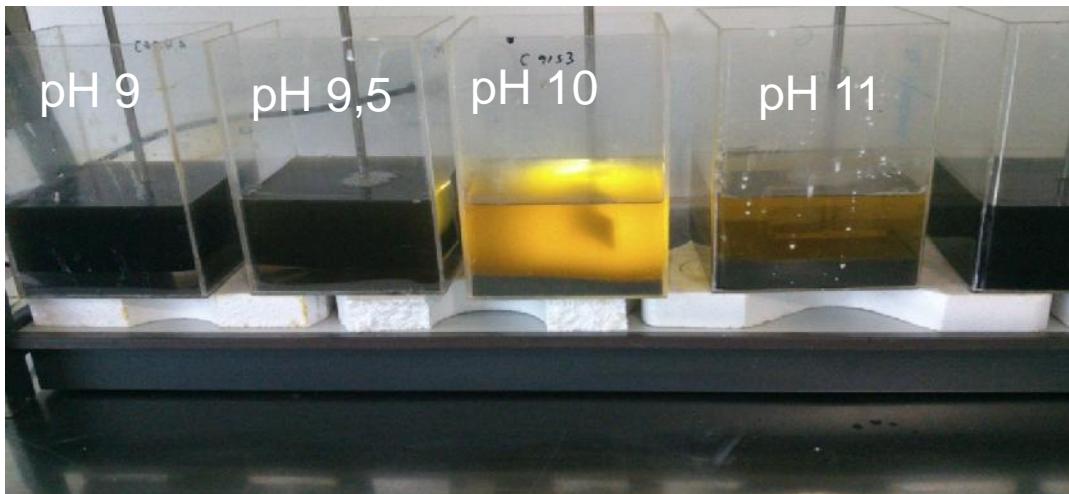
ETE Samambaia - Consumo Específico de Sulfato de Alumínio (kg/m<sup>3</sup>)  
Polimento Final



# Comparação entre a carga do chorume e as cargas afluentes às ETEs



## Ensaio – Precipitação química



Utilizando – solução cal 30%

Amostra	Sólidos Suspensos (mg/l)	DQO (mg/L)	Amônia (mg/L)
Chorume Bruto Manhã	1380	20275	2250
Chorume Bruto Tarde	1280	20300	2200
Clarificado Manhã pH 10	74,5	15240	1575
Clarificado Manhã pH 11	72	14760	1665
Clarificado Tarde pH 10	128	15820	1495
Clarificado Tarde pH 11	52	15220	1425
<b>Eficiência</b>	94%	25%	31%

Consumo:  
pH 10 – 10,5kg/m<sup>3</sup>  
pH11 – 15,75kg/m<sup>3</sup>



## Problemas operacionais

- Assoreamento das lagoas;
- Eliminação das algas ou surgimento de novas espécies nocivas ao processo;
- Mortandade de microrganismos;
- Aumento da alcalinidade e consequente aumento no consumo de produtos químicos;
- Possibilidade de contaminação do lodo com metais pesados;
- Possibilidade de dificultar a disposição do lodo.



# Cobrança pelo tratamento de chorume – Decreto 18328/97

## Volume Anual de Chorume recebido na ETE Samambaia (m<sup>3</sup>) - P SUL

Empreendimento	Volume (m <sup>3</sup> )	DQO	DBO	DQO-DBO	ST
SLU P Sul	32.000	4.740	2.096	2.644	7

A ((ST/600)-1)	B ((DBO/480)-1)	C ((DQO-DBO)/380)-1)	Categoria	P1 (0-10)	P2 (>10)	P1+P2	Sobretaxa	Valor total P1+P2 +sobretaxa
-1,0	3,4	6,0	Pública	77,0	407.552,6	407.629,6	R\$ 1.796.831,28	R\$ 2.204.460,88

Valor cobrado pelo volume de esgoto 32.000

## Volume Anual de Chorume recebido na ETE Samambaia (m<sup>3</sup>) - Aterro Sanitário de Brasília

Empreendimento	Volume (m <sup>3</sup> )	DQO	DBO	DQO-DBO	ST
SLU - Aterro	35.000	25.807	9.934	15.872	14.227

Estimativa

A ((ST/600)-1)	B ((DBO/480)-1)	C ((DQO-DBO)/380)-1)	Categoria	P1 (0-10)	P2 (>10)	P1+P2	Sobretaxa	Valor total P1+P2 +sobretaxa
22,7	19,7	40,8	Pública	77,0	445.772,6	445.849,6	R\$ 13.577.903,72	R\$ 14.023.753,32

Valor cobrado pelo volume de esgoto 35.000

Valor anual Estimado  
R\$ 16.228.214,20

Tarifa	Categoria Pública
0 a 10 m <sup>3</sup>	R\$ 7,70
> 10 m <sup>3</sup>	R\$ 12,74

## Ações de controle para recebimento do chorume pré-tratado em ETEs

- É mais viável em ETEs de grande porte;
- A ETE tem que ter folga operacional;
- Deve-se avaliar a classificação do corpo receptor;
- É necessário análise da capacidade de atendimento das outorgas de lançamento;
- Descargas de chorume devem ser equalizadas;
- Intensificação do monitoramento do chorume pré-tratado e das ETEs;
- Monitoramento do chorume e efluente das ETEs de acordo com a resolução CONAMA 430/2011;



## Considerações finais

### Co-tratamento:

- É uma alternativa utilizada em vários países;
- É necessário o pré-tratamento;
- A carga do chorume tem que ter sido prevista no projeto da estação;
- Há necessidade de estudos mais aprofundados para definição do processo de tratamento / ou pré tratamento ( identificação dos compostos, peso molecular, DQO inerte, biodegradabilidade, etc.);
- Há que se cobrar por esse tratamento;
- Monitoramento mais criterioso, uma vez que os estudos referentes ao tratamento combinado do chorume com esgotos domésticos não estão bem consolidados;



## Referências bibliográficas

- El-Fader, M. et al. Temporal variation of leachate quality from pre-sorted and baled municipal solid waste high organic and moisture content. *Waste Management*, v. 22, p.269-282, 2002.
- Kjeldsen, P. et al. Present na long-term composition of MSW landfill leachate: a review critical reviews in environmental Science and technology, periódico?, v.4,n.32, p.227-336, 2002.
- Lange, L.C.; Amaral, M.C.S. Geração e características do lixiviado. In: Estudos de Caracterização e Tratabilidade de Lixiviados de Aterros Sanitários para as Condições Brasileiras. Luciana Paulo Gomes (coordenadora). Rio de Janeiro: ABES, 2009. 360p
- Musterman J. L., 1996. "Biological Nitrification and Denitrification", Technology Transfer Seminar II - Advanced Topics, June, São Paulo
- Renou, S., Giuvaudan, J.G., Poulaïn, S., Dirassouyan, F. e Moulin, P. (2008). "*Landfill leachate treatment: Review and opportunity.*" *Journal of Hazardous Materials*, 150(3), 468-493.





**Obrigada!**

Ana Maria Mota  
[anamota@caesb.df.gov.br](mailto:anamota@caesb.df.gov.br)  
(61) 3213-7184

