

Critérios Técnicos aplicados no Controle Ambiental do Tratamento de Chorumes de Aterros Urbanos e Industriais no Estado de São Paulo

09/12/2019

Legislação Ambiental Estadual (SP) e Federal (CONAMA) de Controle da Poluição das Águas

Condições e os Padrões de Emissão (lançamento) de acordo com local de disposição dos efluentes

No Estado de São Paulo e no Brasil os efluentes líquidos industriais e domésticos devem atender as Condições e os Padrões de Emissão (end of pipe) e simultaneamente não desequilibrar os corpos hídricos receptores, ou seja, atendimento as Condições e os Padrões de Qualidade, nas condições de vazão de referência, sendo adotado normalmente vazão mínima de 7 dias consecutivos e período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$).

Condições e os Padrões de Emissão (lançamento) de acordo com local de disposição dos efluentes

Os parâmetros e limites a serem obedecidos, para as condições e padrões de emissão (lançamento) de efluentes líquidos, constam do regulamento da Lei do Estado de São Paulo 997 de 31.05.76, aprovado pelo Decreto 8468 de 08.09.76 e também da Resolução Federal CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) nº 430 de 13.05.11 que complementou e alterou a Resolução CONAMA nº 357 de 17.03.05.

Condições e os Padrões de Emissão (lançamento) de acordo com local de disposição dos efluentes

Lançamento	Legislação	
	Estado de São Paulo	Federal
em corpos d'água	Artigo 18 ⁽¹⁾	Artigo 16 ^(2A) Artigo 21 ^(2B) Artigo 22 ^(2C)
em sistemas públicos de esgotos ⁽³⁾	Artigo 19A ⁽⁴⁾	-

(1) Regulamento da Lei Estadual (SP) 997 de 31.05.76, aprovado pelo Decreto 8468 de 08.09.76

(2) Resolução CONAMA nº 430 de 13.05.11 que alterou o Artigo 34 da Resolução CONAMA nº 357/05, aplicável para efluentes, exceto os esgotos sanitários.

(A) Efluentes de qualquer fonte poluidora.

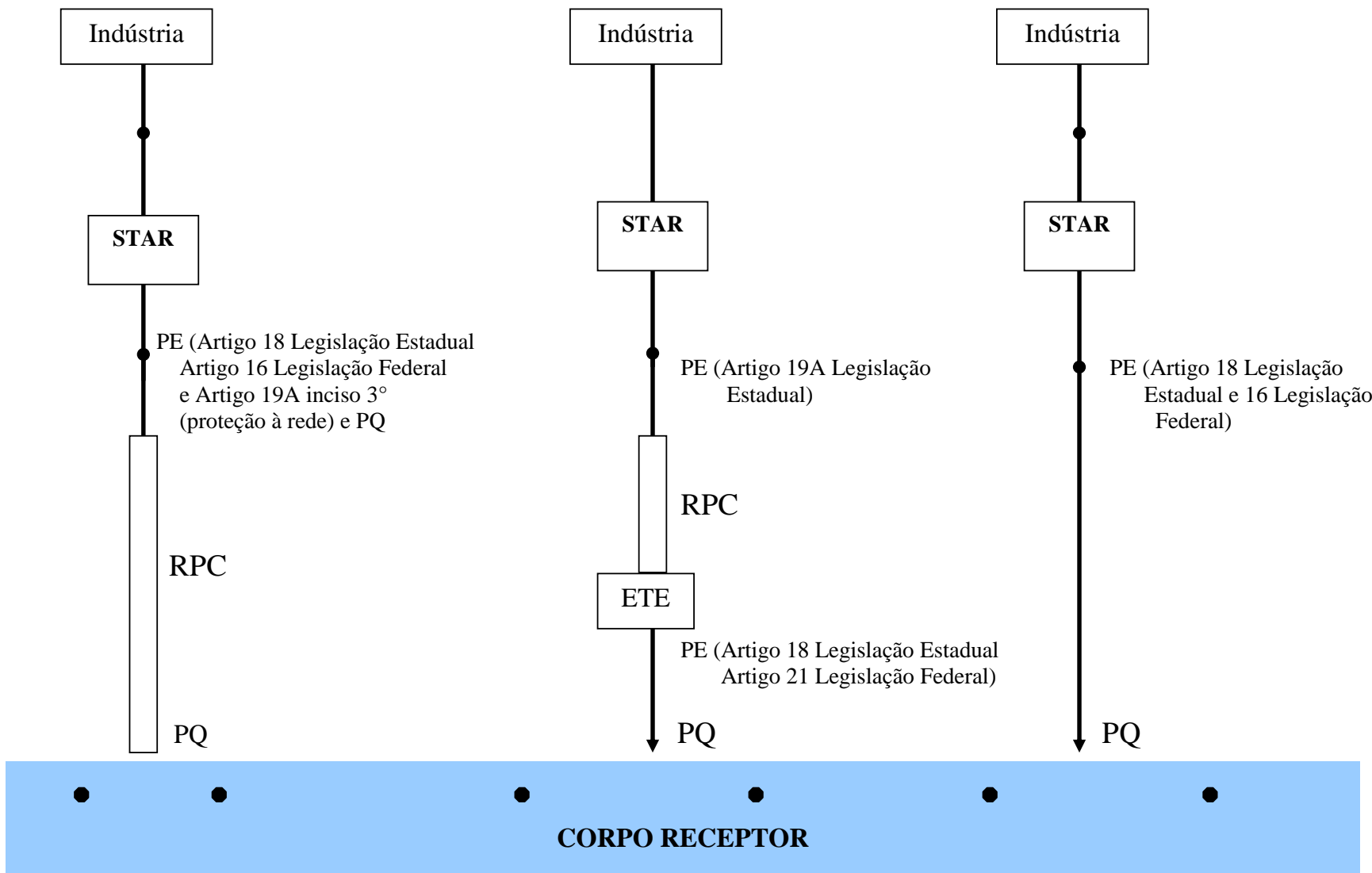
(B) Efluentes de Sistemas de Tratamento de Esgotos Sanitários.

(C) Lançamento de Esgotos Sanitários por Emissário Submarino.

(3) Considera-se sistema público de esgotos provido de tratamento com capacidade e de tipo adequados quando, a critério da CETESB, tal tratamento atende as finalidades pretendidas ou existir plano e cronograma de obras já aprovados pelo governo estadual ou federal.

(4) Regulamento da Lei Estadual 997 de 31.05.76, aprovado pelo Decreto 8468 de 08.09.76 e alterado pelo Decreto 15.425 de 23.07.80.

CORPO HÍDRICO RECEPTOR (ÁGUA DOCE, SALINA OU SALOBRA)



Nomenclatura

PE	Condições e Padrões de Emissão
PQ	Condições e Padrões de Qualidade (de acordo com a Classe do corpo receptor) da legislação estadual e federal
●	Pontos de Amostragem
ETE	Estação de Tratamento de Esgotos (sanitários)
RPC	Rede Pública Coletora
STAR	Sistema de Tratamento de Águas Residuárias
INDÚSTRIA	Fonte de Poluição

CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUAS DOCE, SALINAS E SALOBRAS DO TERRITÓRIO NACIONAL

Capítulo II

**RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357 de
17/03/2005**

“ÁGUAS DOCES” (Artigo 4º CONAMA 357/05)

(salinidade $\leq 0,5\text{‰}$)

Uso	Especial	1	2	3	4
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas					
Preservação dos ambientes aquáticos	em UC de proteção integral				
Proteção comunidades aquáticas		Terras indígenas			
Aquicultura					
Abastecimento consumo humano	com desinfecção	após tratamento simplificado	após tratamento convencional	após tratamento convencional ou avançado	
Recreação de contato		Primário: Natação, esqui aquático e mergulho (*)	Primário: Natação, esqui aquático e mergulho (*)	Secundário	

(*) conforme Resolução CONAMA nº 274/2000



Desde que não prejudique usos preponderantes

“ÁGUAS DOCES” (Artigo 4º CONAMA 357/05)

(salinidade ≤ 0,5‰)

Uso	Especial	1	2	3	4
Irrigação		Hortaliças consumidas cruas e frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção película	Hortaliças, plantas frutíferas e parques, jardins, campos de esporte e lazer com contato público direto	Culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras	
Pesca				Amadora	
Dessedentação de animais					
Navegação					
Harmonia paisagística					



Desde que não prejudique usos preponderantes

Os usos estabelecidos para águas **Salinas** (salinidade $\geq 30\text{‰}$) e **Salobras** ($0,5\text{‰} \leq$ salinidade $\leq 30\text{‰}$) constam respectivamente dos Artigos 5º e 6º da Resolução CONAMA nº 357/2005.

CORRELAÇÃO DAS CLASSES DE ÁGUAS DOCES, SALINAS E SALOBRAS DA LEGISLAÇÃO ESTADUAL E FEDERAL

Águas Doces		Águas Salinas		Águas Salobras	
São Paulo (1)	Federal (2)	São Paulo (1)	Federal (2)	São Paulo (1)	Federal (2)
1	Especial	-	Especial	-	Especial
-	1⁽³⁾	1⁽⁵⁾	1⁽³⁾	1⁽⁵⁾	1⁽³⁾
2	2⁽³⁾	-	2⁽⁴⁾	-	2⁽⁴⁾
3	3⁽⁴⁾	-	3	-	3
4	4	-	-	-	-

(1) Regulamento da Lei 997/76, aprovado pelo Decreto 8468/76.

(2) Resolução CONAMA nº 357/05.

(3) Não deve ser verificado efeito tóxico crônico à organismos.

(4) Não deve ser verificado efeito tóxico agudo à organismos.

(5) Tendo em vista que as águas salinas e salobras no Estado de São Paulo não foram enquadradas, as mesmas, de acordo com o Artigo 42 da Resolução CONAMA 357/05 são consideradas como Classe 1.

Condições e os Padrões de Qualidade constantes das legislações do Estado de São Paulo e Federal

	Legislação	
	do Estado de São Paulo	Federal
Condições e Padrões de Qualidade das Águas	Artigos 11, 12, 13 ⁽¹⁾	Artigos 14, 15,16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 e 23 ⁽²⁾

- (1) do Regulamento da Lei Estadual (SP) 997 de 31.05.76, aprovado pelo Decreto 8468 de 08.09.76 respectivamente para corpos de água doce de Classe 2, 3 e 4.
- (2) da Resolução CONAMA nº 357 de 17.03.05. Os artigos 14, 15, 16 e 17 são para águas doces e representam as Classes 1, 2, 3 e 4 respectivamente. Os artigos 18, 19, 20 são para águas salinas e representam respectivamente as Classes 1, 2 e 3. Os artigos 21, 22 e 23 são para as águas salobras e representam as Classes 1, 2 e 3 respectivamente.

Observação

1. Águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5‰.
2. Águas salobras: águas com salinidade variando entre 0,5 e 30‰.
3. Águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30‰.

Classificação dos Corpos d'Água

- O estado de São Paulo foi o primeiro a ter um sistema de classificação dos corpos d'água no Brasil
- O Decreto nº 10.755/77 enquadra os principais corpos d'água doce do estado e seus afluentes de acordo com os usos preponderantes, conforme classificação apresentada no Decreto nº 8.468/76.

Controle Ecotoxicológico - Resolução SMA nº 3 de 22/02/00

Esta resolução implementa o controle ecotoxicológico de efluentes líquidos no Estado de São Paulo, não sendo permitido o lançamento de efluente que possa causar ou possua potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos de acordo com as relações que fixam a toxicidade permissível, conforme apresentado a seguir:

$$\text{D.E.R} \leq \frac{\text{CE 50 ou CL 50}}{100} \text{ ou } \text{D.E.R} \leq \frac{\text{CENO}}{10}$$

Controle Ecotoxicológico - Resolução SMA nº 3 de 22/02/00

onde:

$$D.E.R = \frac{\text{Vazão Média do Efluente} \cdot 100}{\text{Vazão Média do Efluente} + Q_{7,10} \text{ do Corpo Receptor}}$$

D.E. R = Diluição do Efluente no Corpo Receptor, em %

CE 50 = Concentração do efluente que causa efeito agudo a 50 % dos organismos aquáticos, em um determinado período de tempo, em %

CL 50 = Concentração do efluente que causa efeito agudo (letalidade) a 50% dos organismos aquáticos, em um determinado período de tempo, em %

CENO = Concentração do efluente que não causa efeito crônico observável, em %

Complexidade do Tratamento do Percolado

- Variação de vazões e suas características ao longo da vida útil do aterro;
- Eventualmente ocorrência de metais pesados e substâncias perigosas;
- Altas concentrações de Sais, Nitrogênio, DQO;
- Alto Teor de DQO – não biodegradável;
- Diversidade de características do percolado de um aterro para outro.

Caracterização Percolado

Parâmetro	Internacionais	Nacionais	Faixa Provável
Idade (anos)	4 - 32	1 - 20	-
pH	6,9 - 8,4	5,8 - 8,4	7,2 - 8,6
DBO/DQO	0,05 - 0,7	0,04 - 0,7	-
DQO (mg/L)	485 - 27.200	1.183 - 13.780	190 - 22.300
DBO (mg/L)	49,6 - 19.000	150 - 9.660	< 20 - 8.600
P _{Total} (mg/L)	2,37 - 117	0,11 - 193	0,1 - 15
N _{Total} (mg/L)	175 - 400	102 - 2.361	-
N-NH ₄ (mg/L)	19 - 2.675	162 - 1.987	0,4 - 1.800
N-NO ₃ (mg/L)	1 - 380	0,8 - 257	0 - 3,5
SST (mg/L)	90 - 2.869	21 - 560	5 - 700
Alcalinidade Total (mg/L)	-	880 - 11.726	750 - 7.100
Cloreto (mg/L)	-	93,7 - 5.142	500 - 3.000
Sulfato (mg/L)	-	111,5 - 922	0 - 1.800
Cobre (mg/L)	0,07 - 0,93	0,03 - 1	0,05 - 0,15
Zinco (mg/L)	0,8 - 2,21	0,06 - 13,68	0,01 - 1,5
Ferro (mg/L)	8,71 - 70,62	0,5 - 1.070	0,01 - 65
Cádmio (mg/L)	0,06 - 0,06	0,004 - 0,1	0 - 0,06
Chumbo (mg/L)	1,54 - 1,54	0,03 - 0,21	0,01 - 0,5

Cano, V. Estratégias de Tratamento de Lixiviado de Aterro Sanitário com foco na Matéria Orgânica Biodegradável e Nitrogênio Amoniacal. 2014. 134p. Dissertação (Mestrado em Ciências), Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. p.8

Caracterização Percolado

Características	Valores (mg/L)		
	Novos Aterros (menos de 2 anos)		Aterros Antigos (mais de 10 anos)
	Faixa de Variação	Típico	
DBO	2.000 - 30.000	10.000	100 - 200
COT	1.500 - 20.000	6.000	80 - 160
DQO	3.000 - 60.000	18.000	100 - 500
SST	200 - 2.000	500	100 - 400
Nitrogênio orgânico	10 - 800	200	80 - 120
Nitrogênio amoniacal	10 - 800	200	20 - 40
Nitrato	5 - 40	25	5 - 10
P _{Total}	4 - 100	30	5 - 10
Alcalinidade como CaCO ₃	1.000 - 10.000	3.000	200 - 1.000
pH	4,5 - 7,5	6	6,6 - 7,5
Dureza Total como CaCO ₃	300 - 10.000	3.500	200 - 500

Hamada, J. Estimativas de Geração e Caracterização do Chorume em Aterros Sanitários In: 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997, Foz do Iguaçu. Anais. Rio de Janeiro: ABES - Assoc. Bras. Eng. Sanitária e Ambiental, 1997. p. 1801 - 1810

Tratamentos Empregados Atualmente

- Combinações de diversas modalidades de processos físico-químico e/ou biológico
- Coagulação-floculação
- Eletrocoagulação
- Precipitação química de amônia (sais de magnésio e fosfato)

Tratamentos Empregados Atualmente

- Stripping de amônia
- Processo de Oxidação Avançada - POA (Fenton e outros)
- Ozonização
- Ultrafiltração
- Ultrafiltração + Osmose Reversa

Considerações Finais

- A maioria dos sistemas de tratamento de percolados implantados foram desativados por problemas operacionais;
- Soluções adotadas:
 - ✓ Transporte para tratamento conjunto com esgotos sanitários municipais, em ETE existente, desde que a ETE tenha capacidade para tratar a carga poluente adicional do percolado

Considerações Finais

- Recomenda-se que sejam sempre realizados testes em escala reduzida antes da definição da concepção do STAR – Sistema de Tratamento de Águas Residuárias a ser empregado, com o devido monitoramento dos parâmetros principais (pH, DBO/DQO, RS, P_{Total} , Série de Nitrogênio e Série de Metais)

Obrigado!

Regis Nieto

Setor de Avaliação de Efluentes – IPEE

Email: rnieto@sp.gov.br

Tel.: 11-3133-3134