

ANÁLISE DE DESEMPENHO E CONFIABILIDADE DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

- *foi avaliada a influência de condições operacionais das estações de tratamento na qualidade do efluente gerado, o modelo distributivo que melhor descreve o comportamento dos dados afluentes e efluentes e o cumprimento dos padrões ou metas de lançamento baseadas em diversas legislações ambientais.*
- *“Avaliação do atendimento a legislações ambientais”, foram efetuadas análises de desempenho de 166 ETEs em termos do cumprimento de padrões de lançamento. Duas abordagens são empregadas, (1) avaliação do atendimento a três critérios, elaborados a partir da composição das legislações vigentes nos estados de Minas Gerais e de São Paulo e, (2) avaliação do atendimento a metas hipotéticas de lançamento, baseadas em legislações vigentes em outros estados brasileiros e na Comunidade Européia.*

Quadro sobre frequência de monitoramento.

Tabela 4.3 - Frequência de amostragem de DBO, praticada pelas 208 ETEs investigadas

| Frequência de amostragem | Número de ETEs | % de ETEs |
|--------------------------|----------------|-----------|
| Diária | 1 | 0,5 |
| 2 vezes por semana | 2 | 1,0 |
| Semanal | 7 | 3,4 |
| 2 vezes por mês | 11 | 5,3 |
| Mensal | 15 | 7,2 |
| Trimestral | 17 | 8,2 |
| Quadrimestral | 2 | 1,0 |
| Indefinida | 153 | 73,6 |
| Total | 208 | 100 |

Tabela demonstrando as diferenças entre o estabelecido na literatura e o verificado – demonstra que em muitos casos as concentrações expressas na literatura e no dimensionamento de projetos podem estar subestimadas.

Tabela 4.6 – Comparação entre concentrações afluentes usuais e reais dos constituintes

| Constituinte | Concentrações usuais ⁽¹⁾ | | Concentrações observadas | | | % de ETEs acima das concentrações típicas |
|--------------------------|-------------------------------------|---------|---|-----------------------|-----------------------|---|
| | Faixa | Típicas | Faixa ⁽³⁾ | Média | Mediana | |
| DBO (mg/L) | 200 – 500 | 350 | 284 - 804 | 527 | 488 | 82 |
| DQO (mg/L) | 400 - 800 | 700 | 505 - 1616 | 1113 | 1073 | 87 |
| SST (mg/L) | 200 - 450 | 400 | 202 - 527 | 435 | 406 | 51 |
| NT ⁽²⁾ (mg/L) | 35 - 70 | 50 | 39 - 84 | 66 | 64 | 77 |
| PT (mg/L) | 4 - 15 | 7 | 2 - 14 | 8 | 8 | 68 |
| CF (org/100mL) | 10 ⁶ – 10 ⁹ | - | 1,3 x 10 ⁷ – 1,8 x 10 ⁸ | 9,4 x 10 ⁷ | 2,8 x 10 ⁷ | 1,4 ⁽⁴⁾ |

(1) Adaptado de von Sperling, 2005

(2) Foram utilizados valores de NTK e NT

(3) Foram utilizados os percentis 10% (valor mínimo) e 90% (valor máximo) para composição das faixas observadas

(4) Para CF, foi considerado o percentual de ETEs que apresentou uma concentração média geométrica de CF superior a 5,01 x 10⁸ (valor médio entre 10⁶ e 10⁹).

Algumas possibilidades aventadas para justificar o grande número de ETEs que apresentou concentrações de DBO acima dos valores usuais:

- contribuições industriais predominantemente orgânicos,
- amostras simples, coletadas em horários de pico.
- baixo consumo per capita de água
- menores coeficientes de retorno (águas cinzas não lançadas na rede de coleta).

Tabela 4.9 - Estatísticas descritivas referentes às concentrações dos constituintes efluentes, considerando seis tecnologias de tratamento

| Constituinte | Parâmetro | Tecnologia de tratamento | | | | | |
|---------------|---------------|--------------------------|-----|--------|-----|------|----------|
| | | FS+FA | LF | LAN+LF | LA | UASB | UASB+POS |
| DBO (mg/L) | Média aritm. | 292 | 136 | 89 | 35 | 98 | 42 |
| | Média geom. | 215 | 126 | 83 | 31 | 94 | 36 |
| | D. padrão | 214 | 64 | 35 | 16 | 28 | 22 |
| | Mediana | 258 | 120 | 87 | 36 | 95 | 49 |
| | Percentil 10% | 74 | 86 | 54 | 16 | 67 | 13 |
| | Percentil 90% | 575 | 176 | 133 | 58 | 129 | 63 |
| DQO (mg/L) | Média aritm. | 730 | 525 | 309 | 92 | 251 | 141 |
| | Média geom. | 570 | 496 | 293 | 77 | 235 | 120 |
| | D. padrão | 509 | 201 | 88 | 58 | 97 | 76 |
| | Mediana | 649 | 525 | 307 | 73 | 244 | 139 |
| | Percentil 10% | 159 | 342 | 213 | 35 | 147 | 61 |
| | Percentil 90% | 1134 | 676 | 421 | 188 | 344 | 219 |

Novamente os dados comparativos entre a literatura e o observado na pesquisa.

Tabela 4.11 - Concentrações efluentes usuais reportadas pela literatura e concentrações médias efetivamente observadas

| Constituinte | Faixas | FS+FA | LF | LAN+LF | LA | UASB | UASB+POS |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| DBO (mg/L) | Literatura ⁽¹⁾ | 40 a 80 | 50 a 80 | 50 a 80 | 10 a 40 | 70 a 100 | 20 a 40 |
| | Observadas ⁽²⁾ | 74 a 575 | 86 a 176 | 54 a 133 | 16 a 58 | 67 a 129 | 13 a 22 |
| DQO (mg/L) | Literatura | 100 a 200 | 120 a 200 | 120 a 200 | 30 a 120 | 180 a 270 | 60 a 100 |
| | Observadas | 159 a 1134 | 342 a 676 | 213 a 421 | 35 a 188 | 147 a 344 | 61 a 141 |
| SST (mg/L) | Literatura | 30 a 60 | 60 a 90 | 60 a 90 | 20 a 40 | 60 a 100 | 10 a 20 |
| | Observadas | 53 a 290 | 132 a 343 | 80 a 236 | 13 a 130 | 49 a 137 | 17 a 76 |
| NT ⁽³⁾ (mg/L) | Literatura | > 20 | > 20 | > 20 | > 20 | > 20 | 15 a 20 |
| | Observadas | 37 a 84 | 25 a 48 | 26 a 69 | 12 a 33 | 36 a 60 | - |
| PT (mg/L) | Literatura | > 4 | > 4 | > 4 | > 4 | > 4 | 1 a 2 |
| | Observadas | 4 a 9 | 2 a 7 | 4 a 8 | 1 a 2 | 2 a 11 | 1 a 2 |
| CF (org/100mL) | Literatura | 10 ⁶ a 10 ⁷ | 10 ² a 10 ³ |
| | Observadas | 4x10 ⁵ a 1x10 ⁷ | 2x10 ⁵ a 2x10 ⁶ | 7x10 ⁴ a 1x10 ⁶ | 3x10 ⁴ a 3x10 ⁵ | 4x10 ⁶ a 7x10 ⁷ | 9x10 ³ a 10 ⁴ |

(1) Faixa reportada pela literatura: adaptada de von Sperling (2005);

(2) Faixas observadas: foram utilizados os percentis 10% (valor mínimo) e 90% (valor máximo);

(3) Foram utilizados valores de NTK e NT.

Tabela 4.12 - Estatísticas descritivas referentes às eficiências de remoção dos constituintes afluentes, considerando seis tecnologias de tratamento

| Constituinte efluente | Parâmetro | Tecnologia de tratamento | | | | | |
|-----------------------|---------------|--------------------------|----|--------|----|------|----------|
| | | FS+FA | LF | LAN+LF | LA | UASB | UASB+POS |
| DBO | Média | 59 | 75 | 82 | 85 | 72 | 88 |
| | D. Padrão | 22 | 8 | 6 | 11 | 7 | 3 |
| | Mediana | 59 | 76 | 84 | 87 | 70 | 88 |
| | Percentil 10% | 36 | 65 | 73 | 74 | 65 | 85 |
| | Percentil 90% | 82 | 84 | 88 | 96 | 79 | 92 |
| DQO | Média | 51 | 55 | 71 | 81 | 59 | 77 |
| | D. Padrão | 25 | 12 | 7 | 14 | 19 | 12 |
| | Mediana | 57 | 55 | 72 | 86 | 60 | 80 |
| | Percentil 10% | 18 | 40 | 65 | 62 | 44 | 64 |
| | Percentil 90% | 78 | 72 | 78 | 93 | 77 | 86 |

Legislações Estaduais que tratam do assunto.

| Estado | Instrumento legal |
|--------------------|--|
| Acre | Lei Estadual n.º 1.500/03 |
| Alagoas | Decreto Estadual 6.200 de 01/03/85 |
| Amazonas | Lei Estadual n.º 2712/01 (ainda não regulamentada) |
| Ceará | Portaria N.º 154 de 22/07/02 |
| Goiás | Decreto n.º 1.745, de 06/12/79 |
| Mato Grosso do Sul | Deliberação CECA/MS 003 de 20/06/97 |
| Minas Gerais | Deliberação Normativa COPAM 010/86 |
| | Deliberação Normativa COPAM 046/01 |
| Paraíba | Norma Técnica COPAM 301/88 |
| Pernambuco | CPRH N 2.002 de 21/02/00 |
| Rio de Janeiro | Diretriz 215.R-1 de 26/04/94 |
| Rio Grande do Sul | Portaria 05/89 SSMA |
| Rondônia | Decreto Estadual 7.903 de 01/07/97 |
| Santa Catarina | Decreto Estadual 14.250 de 05/06/81 |
| São Paulo | Decreto Estadual 8.468 de 08/09/76 |

Tabela 6.2 - Padrões de emissão para concentrações e eficiências de remoção segundo algumas legislações estaduais brasileiras e Comunidade Européia

| Padrões adotados | DBO | | DQO | | SST | | NT | | PT | | CF |
|----------------------------|--------|---------------|--------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|------------------|---------------|--------------|
| | (mg/l) | Efic. mín (%) | (mg/l) | Efic. mín (%) | (mg/l) | Efic. mín (%) | (mg/l) | Efic. mín (%) | (mg/l) | Efic. mín (%) | (NMP/100 ml) |
| Alagoas (1985) | 60 | | 150 | | | | | | | | |
| Ceará (2002) | 60 | | 200 | | 50 ⁽¹⁾ | | | | | | 5.000 |
| Goiás (1978) | 60 | 80 | | | | | | | | | |
| Mato Grosso do Sul (1997) | 60 | | | | | | | | | | |
| Minas Gerais (1986) | 60 | 85 | 90 | 85 | 60 | | | | | | |
| Minas Gerais (2001) | 60 | 60 | 90 | 60 | | | | | | | |
| Paraíba (1988) | 60 | 80 | | | | | 10 ⁽²⁾ | | 1 ⁽²⁾ | | |
| Pernambuco (2000) | Var. | | Var. | | | | | | | | |
| Rio de Janeiro (1994) | Var. | | | | Var. | Var. | 10 | | 1 | | |
| Rio Grande do Sul (1989) | Var. | | Var. | | | | 10 | | 1 | | 3.000 |
| Rondônia (1997) | | | | | - | | | | | | |
| Santa Catarina (1981) | 60 | 80 | | | | | 10 ⁽²⁾ | | 1 ⁽²⁾ | | |
| São Paulo (1976) | 60 | 80 | | | | | | | | | |
| Comunidade Européia (1991) | 25 | Var. | 125 | 75 | Var. | Var. | Var. | Var. | Var. | 80 | |

Obs.: Var. – concentração e/ou eficiência de remoção variável

(1) Para efluentes de lagoas de estabilização, a concentração de SST será de 150 mg/L

(2) Para lançamentos em trechos de corpos d'água contribuintes de lagos, lagoas e represas

MG - Deliberação Normativa Conjunta COPAM - CERH 01/2008 - SANEAMENTO

VII – DBO: até 60 mg/L ou:

- a) tratamento com eficiência de redução de DBO em no mínimo 60% e média anual igual ou superior a 70% para sistemas de esgotos sanitários e de percolados de aterros sanitários municipais;e
- b) tratamento com eficiência de redução de DBO em no mínimo 75% e média anual igual ou superior a 85% para os demais sistemas.

VIII - DQO - até 180 mg/L ou:

- a) tratamento com eficiência de redução de DQO em no mínimo 55% e média anual igual ou superior a 65% para sistemas de esgotos sanitários e de percolados de aterros sanitários municipais;
- b) tratamento com eficiência de redução de DQO em no mínimo 70% e média anual igual ou superior a 75% para os demais sistemas;

X – Sólidos em suspensão totais até 100 mg/L, sendo 150 mg/L nos casos de **lagoas de estabilização**.

Alguns Resultados Obtidos na Pesquisa:

Tabela 6.5 – Desempenho das tecnologias de tratamento, a partir da interpretação dos testes estatísticos

| Atendimento médio obtido pelas tecnologias aos critérios | | | | | | | Interpretação dos resultados dos testes estatísticos |
|--|-------|----|--------|----|------|----------|--|
| | FS+FA | LF | LAN+LF | LA | UASB | UASB+POS | |
| Nº ETEs avaliadas | 19 | 73 | 43 | 13 | 10 | 8 | |
| Critério 1 (%) | 14 | 16 | 42 | 86 | 25 | 78 | FS+FA = LF < LAN+LF, LA e UASB+POS LAN+LF = UASB < LA, UASB+POS LA = UASB+POS |
| Critério 2 (%) | 27 | 47 | 73 | 90 | 43 | 90 | FS+FA < LF, LAN+LF, LA e UASB+POS LF = UASB < LA, LAN+LF e UASB+POS FS+FA = UASB |
| Critério 3 (%) | 59 | 83 | 96 | 96 | 81 | 98 | FS+FA < LF, LAN+LF, LA, UASB e UASB+POS LAN+LF > LF, UASB |

Critério 1: DBO efl. ≤ 60 mg/L;
 Critério 2: DBO efl. ≤ 60 mg/L ou % efic. remoção ≥ 80%;
 Critério 3: DBO efl. ≤ 60 mg/L ou % efic. remoção ≥ 60%.

Tabela 6.6 - Número e percentual de ETEs que tiveram 95% dos dados atendendo às metas propostas para DBO

| | Metas | FS + FA | LF | LAN + LF | LA | UASB | UASB + POS |
|------------------------------|-------|---------|----------|----------|---------|---------|------------|
| Concentração efluente (mg/L) | 20 | 0 | 0 | 0 | 1 (8%) | 0 | 0 |
| | 40 | 0 | 0 | 0 | 2 (15%) | 0 | 1 (13%) |
| | 60 | 1 (5%) | 0 | 0 | 3 (23%) | 0 | 3 (38%) |
| | 80 | 1 (5%) | 0 | 3 (7%) | 5 (38%) | 1 (10%) | 4 (50%) |
| | 100 | 1 (5%) | 2 (3%) | 8 (18%) | 7 (54%) | 1 (10%) | 4 (50%) |
| Eficiências de remoção (%) | 60 | 2 (11%) | 19 (26%) | 31 (70%) | 7 (54%) | 1 (10%) | 5 (63%) |
| | 70 | 1 (5%) | 8 (11%) | 15 (35%) | 4 (31%) | 0 | 3 (38%) |
| | 80 | 1 (5%) | 0 | 2 (5%) | 2 (15%) | 0 | 2 (25%) |
| | 90 | 0 | 0 | 2 (5%) | 2 (15%) | 0 | 0 |

Tabela 6.7 - Número e percentual de ETEs que tiveram 95% dos dados atendendo às metas propostas para DQO

| | Metas | FS + FA | LF | LAN + LF | LA | UASB | UASB + POS |
|------------------------------|-------|---------|--------|----------|---------|---------|------------|
| Concentração efluente (mg/L) | 50 | 0 | 0 | 0 | 1 (9%) | 0 | 0 |
| | 100 | 0 | 0 | 0 | 2 (18%) | 0 | 0 |
| | 150 | 0 | 0 | 1 (2%) | 4 (36%) | 0 | 1 (14%) |
| | 200 | 1 (6%) | 0 | 1 (2%) | 5 (45%) | 1 (14%) | 3 (43%) |
| | 250 | 1 (6%) | 0 | 1 (2%) | 7 (64%) | 1 (14%) | 3 (43%) |
| Eficiências de remoção (%) | 55 | 2 (12%) | 4 (6%) | 12 (29%) | 4 (36%) | 1 (14%) | 2 (29%) |
| | 65 | 1 (6%) | 0 | 5 (12%) | 4 (36%) | 0 | 2 (29%) |
| | 75 | 1 (6%) | 0 | 0 | 4 (36%) | 0 | 0 |
| | 85 | 0 | 0 | 0 | 2 (18%) | 0 | 0 |