

## II-364 – IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS DA SEDIMENTAÇÃO EM RÉGIME LAMELAR PARA LODOS ATIVADOS

### **Bruno Piotto Hespagnol<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Ambiental pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EP/USP). Master of Science em Engenharia Ambiental e do Território pelo Politecnico di Milano. Engenheiro de Processo na CH2M. Mestrando em Hidráulica e Saneamento na EP/USP.

### **Sidney Seckler Ferreira Filho<sup>(2)</sup>**

Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EP/USP). Mestre, Doutor e Livre Docente em Engenharia Civil pela EP/USP. Atualmente é Professor Associado da EP/USP.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida Senador Casemiro da Rocha, 1257 AP 26A - Mirandópolis - São Paulo - SP - CEP 04047-003 - Brasil - Tel: (11) 97437-0203 - e-mail: [bruno.hespagnol@gmail.com](mailto:bruno.hespagnol@gmail.com)

**Endereço<sup>(2)</sup>:** Avenida Professor Almeida Prado, 83 Travessa 2, n. 271 - Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Escola Politécnica da USP - Cidade Universitária - São Paulo - SP - CEP 05508-900 - Brasil - Tel: (11) 3091-5220 - e-mail: [ssffilho@usp.br](mailto:ssffilho@usp.br)

### **RESUMO**

O maior consumo de área, e provavelmente o maior custo de investimento, em estações de tratamento de esgotos convencionais ocorre na etapa de sedimentação secundária. De fato, valores de literatura recomendam valores de até 28 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d como taxa de aplicação superficial para decantação secundária de lodos ativados. Uma tentativa para redução da área empregada na clarificação é a utilização de decantação lamelar – tecnologia que foi incluída na última revisão da norma ABNT NBR 12.209/2011, sem citar, no entanto, valores de dimensionamento.

Sendo assim, o presente trabalho vem relatar resultados de um estudo piloto de decantação lamelar para lodos ativados, na tentativa de identificar e avaliar as principais variáveis da sedimentação em regime lamelar para lodos ativados. Essas variáveis incluem taxa de aplicação superficial e taxa de retorno de lodo. As taxas de aplicação adotadas foram 52, 62 e 94 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d e taxas de retorno de lodo de 100 e 200%.

Os estudos pilotos realizados demonstram uma qualidade no efluente clarificado similar à clarificação convencional (médias de 20 a 43 mg/L de sólidos suspensos totais, para as taxas de aplicação de 52 e 62 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dia). Não houve melhora na clarificação elevando a taxa de retorno de lodo de 100 para 200%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lodos Ativados, Decantação, Decantador Lamelar, Estação de Tratamento de Esgotos, Separação de Sólidos Suspensos.

### **INTRODUÇÃO**

Normalmente, em estações de tratamento de esgotos (ETE), o maior consumo de área e, conseqüentemente, maior custo de investimento, ocorre na fase de sedimentação dos materiais suspenso e sedimentável. Para o funcionamento correto do processo de tratamento de esgoto, é fundamental que a etapa de separação de sólidos ocorra de forma eficiente, condicionada também por outros parâmetros de controle do processo.

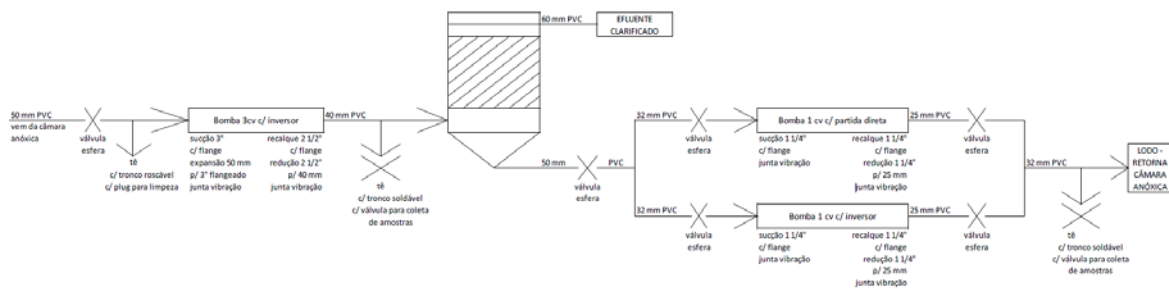
Em valores de literatura, o dimensionamento da área superficial de um sedimentador secundário convencional tem como base a taxa de até 28 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d (ABNT, 2011; Bonomo, 2008). Através desse valor observa-se que a sedimentação secundária é a unidade com grande, senão maior, emprego de superfície. Uma possibilidade para redução do emprego de área e, conseqüentemente, diminuição dos custos de investimento, a exemplo do que normal e difusamente realizado em ETAs, é a aplicação de sedimentadores lamelares para lodos ativados (com taxas de aplicação superiores ao sistema convencional).

A própria nova norma ABNT NBR 12.209 de 24 de novembro de 2011 recomenda, no item 6.6.38.2, que os valores dos parâmetros utilizados no dimensionamento do decantador secundário do tipo lamelar ou tubular para sistema de lodo ativado deverão ser tecnicamente justificados. Observa-se facilmente o conflito existente para determinação de critérios de dimensionamento para sedimentadores secundários lamelares.

O objetivo foi determinar parâmetros de dimensionamento para sedimentadores lamelares secundários precedidos de lodos ativados em estações de tratamento de esgoto. O conhecimento desses parâmetros permite delinear e determinar parâmetros e valores de dimensionamento para efeitos de projeto e futura recomendação em normas específicas de projeto de estações de tratamento de esgotos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para experimentação da sedimentação lamelar em lodo ativado, foi instalada uma unidade piloto na existente ETE Jesus Netto operada pela Sabesp na Região Metropolitana de São Paulo. O fluxograma esquemático da unidade piloto é apresentado na figura 1.



**Figura 1: Fluxograma esquemático da unidade piloto de decantação lamelar**

A figura 2 apresenta fotos da unidade piloto instalada.



**Figura 2: Fotos da unidade piloto de decantação lamelar**

A concepção (dimensões e detalhes construtivos) da unidade piloto de sedimentação lamelar foi realizada conforme valores de literatura disponível (ABNT, 1992; ABNT, 2011; Di Bernardo, 2005) e consulta a ETES que aplicam o mesmo tipo de sedimentação após processo de lodo ativado.

Uma fração de liquor misto (efluente oriundo da câmara anóxica de lodos ativados da existente ETE Jesus Netto) será submetida à decantação lamelar. A partir de bombas, será possível alterar as vazões afluente e efluentes ao decantador e, conseqüentemente, modificar condições de operação, como taxa de aplicação superficial, fluxo de sólidos e velocidade crítica de sedimentação.

O comprimento em planta da região sob a lamela é de 0,83 m e 0,50 m de largura. Por sua vez, o comprimento da placa plana é de 1,0 metros inclinada a 60°; foram instaladas 12 placas/dutos planos no decantador piloto, com 6 cm de espaçamento entre cada duto. Dessa maneira o comprimento relativo  $L_d$  é de 16,7.

Importante notar que o tubo perfurado de coleta de lodo removido pelo decantador lamelar foi instalado na mesma altura da injeção do liquor misto sob a lamela. Inicialmente esse tubo perfurado tinha sido disposto no fundo do cone de acúmulo de lodo (figura 2), mas apresentava baixa eficiência na clarificação.

A pesquisa foi realizada em 3 etapas (cada uma com 8 horas de duração):

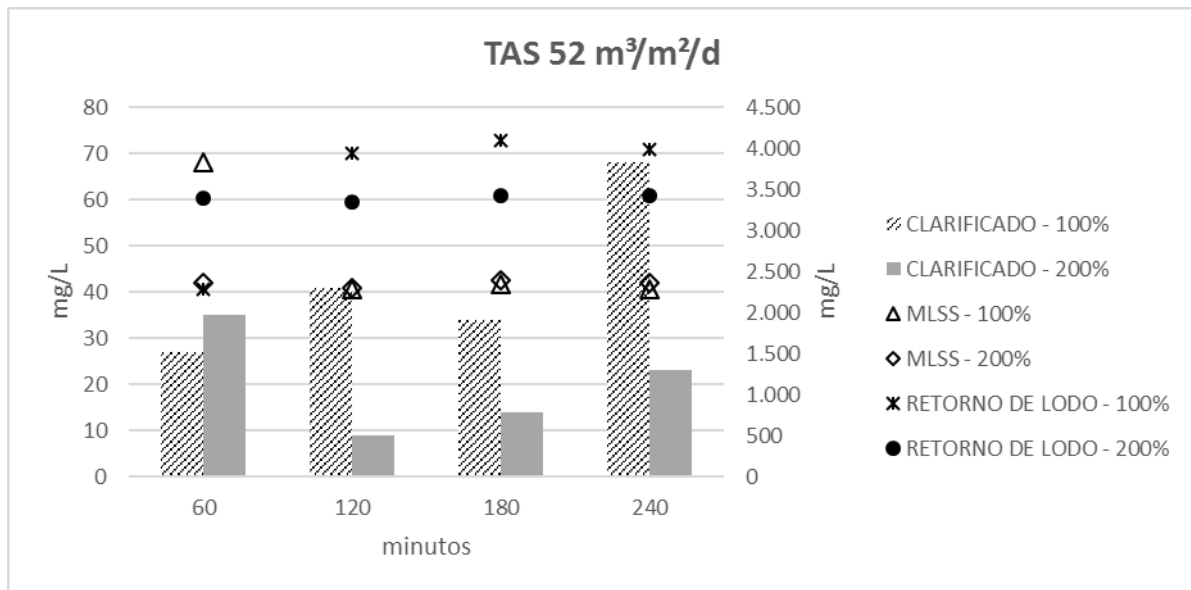
- A primeira com taxa de aplicação superficial sob a região das placas planas de  $52 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$  e velocidade crítica de sedimentação de  $6,5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$  dentro das placas – a taxa de retirada de lodo foi de 100 e 200% da vazão clarificada;
- A segunda com taxa de aplicação superficial sob a região das placas planas de  $62 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$  e velocidade crítica de sedimentação de  $7,8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$  dentro das placas – a taxa de retirada de lodo foi de 100 e 200% da vazão clarificada;
- A terceira com taxa de aplicação superficial sob a região das placas planas de  $94 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$  e velocidade crítica de sedimentação de  $11,7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$  dentro das placas – a taxa de retirada de lodo foi de 100 e 230% da vazão clarificada.

Para avaliação da eficiência na decantação em regime laminar por placas planas paralelas, foi realizado o seguinte plano de amostragem:

- Coleta do liquor misto (MLSS) afluente ao decantador lamelar (a cada hora) para determinação de sólidos suspensos totais (SST), sólidos suspensos voláteis (SSV), Índice Volumétrico de Lodo (IVL) e curva de sedimentação;
- Coleta do efluente clarificado (a cada hora) para determinação de sólidos suspensos totais (SST) e sólidos suspensos voláteis (SSV);
- Coleta (a cada hora) do lodo extraído para determinação de sólidos suspensos totais (SST) e sólidos suspensos voláteis (SSV) – retorno de lodo.

## RESULTADOS

As figuras 3, 4 e 5 apresentam os valores de SST em mg/L para o efluente clarificado, retorno de lodo e liquor misto da câmara anóxica. Foram coletadas amostras a cada 60 minutos de ensaio, no total de horas para cada taxa de aplicação superficial (TAS,  $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ ). E para cada TAS foram ensaiadas uma vazão de retorno de lodo de 100% e de 200% em relação à vazão clarificada.



**Figura 3: Sólidos suspensos totais para o efluente clarificado, retorno de lodo e MLSS – 52 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d**

Os resultados foram os seguintes:

- TAS: 52 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d - 100% de retorno de lodo:
  - SST no efluente clarificado: média de 43 mg/L;
  - SST no liquor misto: 2700 mg/L;
  - SST no retorno de lodo: 3600 mg/L.
- TAS: 52 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d - 200% de retorno de lodo:
  - SST no efluente clarificado: 20 mg/L;
  - SST no liquor misto: 2400 mg/L;
  - SST no retorno de lodo: 3400 mg/L.
- TAS: 62 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d - 100% de retorno de lodo:
  - SST no efluente clarificado: média de 32 mg/L;
  - SST no liquor misto: 1750 mg/L;
  - SST no retorno de lodo: 3300 mg/L.
- TAS: 62 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d - 200% de retorno de lodo:
  - SST no efluente clarificado: 30 mg/L;
  - SST no liquor misto: 1850 mg/L;
  - SST no retorno de lodo: 2800 mg/L.
- TAS: 94 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d - 100% de retorno de lodo:
  - SST no efluente clarificado: média de 47 mg/L;
  - SST no liquor misto: 2200 mg/L;
  - SST no retorno de lodo: 4100 mg/L.
- TAS: 94 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d - 200% de retorno de lodo:
  - SST no efluente clarificado: 51 mg/L;
  - SST no liquor misto: 2200 mg/L;
  - SST no retorno de lodo: 3350 mg/L.

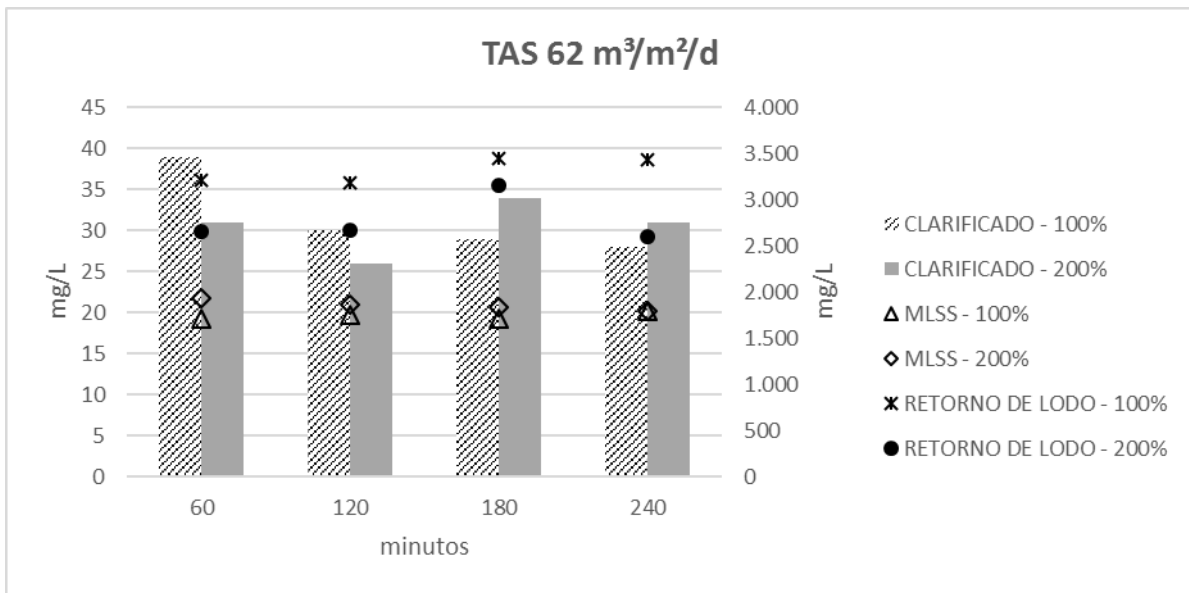


Figura 4: Sólidos suspensos totais para o efluente clarificado, retorno de lodo e MLSS – 62 m³/m²/d

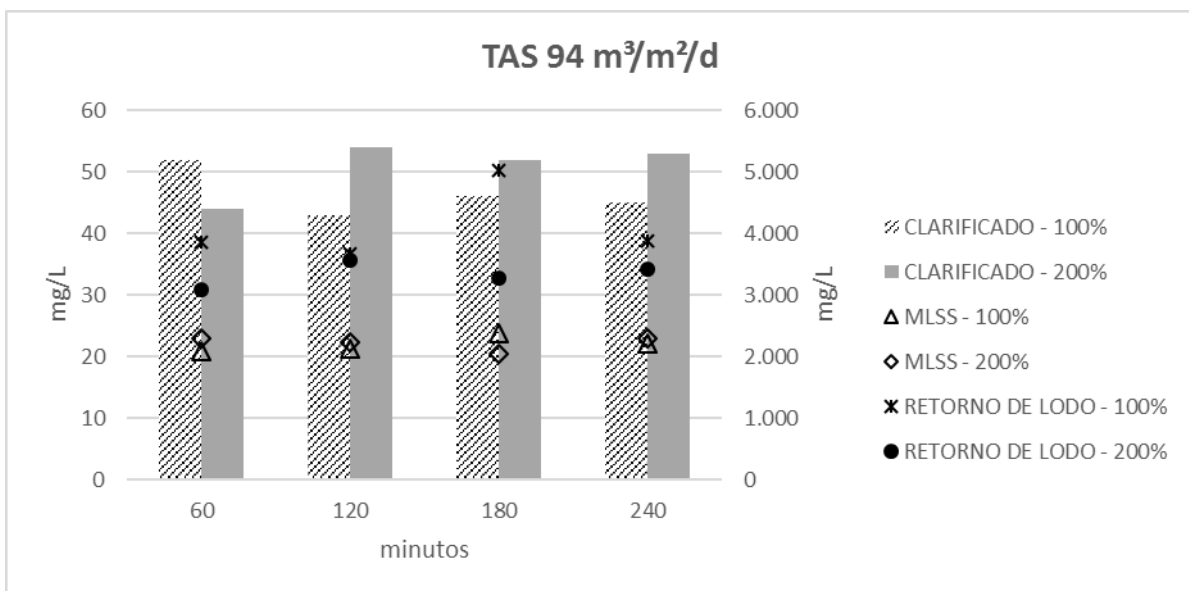


Figura 5: Sólidos suspensos totais para o efluente clarificado, retorno de lodo e MLSS – 94 m³/m²/d

O IVL do lodo da ETE Jesus Netto, para os dias de experimento, variou de 124 a 151 mL/gSS.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados experimentais obtidos, pode-se concluir que:

- Não houve diferença na concentração de SST no efluente clarificado nas taxas de 52 e 62 m³/m²/d;
- Não houve diminuição significativa na concentração de SST no efluente clarificado elevando a taxa de retorno de lodo de 100 para 200%;
- A qualidade, em termos de concentração de sólidos suspensos, no efluente clarificado na decantação lamelar é similar à clarificação convencional (sem lamelas);
- A concentração de sólidos suspensos no retorno de lodo é compatível com a taxa de recirculação, o que comprova a qualidade no ensaio laboratorial e expectativa de clarificação.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ABNT NBR 12.209. Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários, 2ª ed. Rio de Janeiro: ABNT; 2011, 53p.
2. ABNT NBR 12.206. Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público. Rio de Janeiro: ABNT; 1992, 18p.
3. BONOMO, L. Trattamenti delle acque reflue, 1ª ed. Milano: McGraw-Hill, 2008, 648p.
4. DI BERNARDO, L. Métodos e técnicas de tratamento de água. 2ª ed. São Carlos: RIMA/ABES; 2005. v. 1 e v. 2.