



## **I-349 - ESTUDO DAS INTERFERÊNCIAS OCORRIDAS EM DIGESTORES ANAERÓBIOS DE LODO PRIMÁRIO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS APÓS RECEBER RESÍDUOS DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA**

**Paulo Sérgio Scalize<sup>(1)</sup>**

Doutor em Hidráulica e Saneamento pela EESC-USP. Professor Adjunto da Universidade Federal de Goiás. Coordenador do Curso de Engenharia Ambiental da UFG.

**Luiz Di Bernardo**

Professor Titular da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av.: Universitária, 1488 – Qd 86 – Lote Área – Setor Universitário – Goiânia - GO - CEP: 74605-220 - Brasil - Tel: (62) 3209-6084 ramal 207 - e-mail: [pscalize@ig.com.br](mailto:pscalize@ig.com.br)

### **RESUMO**

O presente trabalho estudou, em laboratório, as interferências ocorridas em digestor anaeróbio de lodo primário de estação de tratamento de esgoto (ETE) após receber resíduos de estação de tratamento de água (ETA). Foi realizado o teste de atividade metanogênica, onde a concentração molar de metano foi reduzida nos sistemas que receberam resíduo da estação de tratamento de água de São Carlos (ETA-SC), influenciando negativamente no desenvolvimento dos microrganismos metanogênicos. As espécies de microrganismos do gênero *Methanothrix sp* foram inibidas, sendo encontradas em maior número no frasco-reator controle e em menor quantidade a medida que se aumentou a quantidade do resíduo adicionado. Foi constatado que o resíduo da ETA-SC poderá apresentar interferências negativas sobre a digestão anaeróbia do lodo produzido em decantadores primários de uma ETE.

**PALAVRAS-CHAVE:** resíduos de ETA, tratabilidade de lodos, lodo de ETA, lodo de ETE.

### **1. INTRODUÇÃO**

As estações de tratamento de água (ETAs) podem ser consideradas indústrias, devendo os resíduos decorrentes da lavagem de filtros, limpeza de decantadores e de tanques de preparação de soluções e suspensões de produtos químicos, etc., serem devidamente tratados, pois apresentam substâncias prejudiciais ao meio ambiente.

Historicamente, a prática mais comum tem sido o lançamento dos resíduos diretamente nos cursos de água mais próximos ou utilizando-se a rede de águas pluviais. No entanto, os resíduos de ETAs apresentam grande potencial de poluição e contaminação devido a presença de impurezas removidas da água bruta, de compostos químicos resultantes da adição de coagulantes e condicionantes, durante o processo de tratamento. Dependendo das características da água bruta, pode-se ter maior ou menor presença de material orgânico e inorgânico. Em geral, a maior parcela é de natureza inorgânica, formada por areia, argila e silte, e a parte orgânica constituída de substâncias húmicas que conferem cor à água, organismos planctônicos, bactérias, protozoários, vírus, etc.

Apesar de existirem vários métodos para tratamento e disposição dos resíduos gerados em ETAs, é extremamente importante encontrar métodos alternativos, visando proteção do meio ambiente e menores custos envolvidos nos processos e operações. O método para tratamento e disposição dos resíduos deve ser escolhido verificando alternativas e soluções visando aspectos como quantidade e características dos resíduos; disponibilidade de área; características dos mananciais próximos às ETAs; custos envolvidos nas possíveis soluções, dentre outros.

Um método de disposição alternativo que tem sido considerado em alguns países da Europa e nos Estados Unidos, é o lançamento dos resíduos de ETAs em estações de tratamento de esgoto (ETEs), via rede coletora de esgoto ou transporte. Tal procedimento surge como uma proposta atraente, visto que elimina a implantação de sistemas de tratamento de resíduos nas ETAs.



Entretanto, algumas interferências podem ocorrer nas unidades das ETEs, de maneira que tal procedimento deve ser criteriosamente analisado, destacando-se os digestores de lodo anaeróbios.

## **2. OBJETIVOS**

O presente trabalho teve como objetivo verificar, em laboratório, as possíveis interferências após o lançamento de resíduo de uma ETA que utiliza sulfato de alumínio como coagulante primário em uma ETE, constituída por decantadores primários e digestores aneróbios de lodo.

## **3. CONCEITOS DOS RESÍDUOS GERADOS NAS ETAs**

Neste trabalho, o termo resíduo de ETA será referente somente àqueles provenientes da limpeza dos decantadores e lavagens dos filtros. Deve ser entendido como sendo o efluente resultante da limpeza ou descarga dos decantadores e da lavagem dos filtros.

## **4. LANÇAMENTO DE RESÍDUOS DE ETAs NAS ETEs**

Esta opção é economicamente atrativa, transferindo a responsabilidade pela disposição final para a ETE, devendo ser avaliados fatores tais como impacto dos resíduos da ETA no sistema de transporte e, principalmente, efeitos nos tratamentos biológicos promovidos pelos resíduos da ETA na ETE.

O transporte dos resíduos da ETA até a ETE pode ser feito via rede coletora de esgoto, através de sistemas de recalques, ou através de caminhões-tanque, sendo que a mais utilizada é o lançamento na rede coletora de esgoto, pois é a mais econômica. Um dos fatores que determina o modo pelo qual os resíduos de uma ETA serão lançados na ETE é a distância entre elas.

### **4.1. Toxicidade em Processos Anaeróbios**

A maior parte dos resíduos produzidos pelas ETAs, devido às suas características, será recebido pelos decantadores primários e conseqüentemente nos digestores de lodo, anaeróbio ou aeróbio. Portanto, os resíduos de ETAs podem causar interferências no desempenho destas unidades seja através da toxicidade nos digestores de lodo, seja no aumento ou diminuição de diversos parâmetros, tais como turbidez, cor, SST e DQO no efluente final.

CARVALHO (2000), com base nos resultados dos testes de tratabilidade anaeróbia, diz que, possivelmente o resíduo de ETA, que utiliza cloreto férrico, não produzirá inibição no processo de digestão anaeróbia de lodos, pois não indicaram efeito negativo na taxa de produção de metano.

ESCOBAR (2001), em estudos realizados para dispor o lodo adensado da água de lavagem de filtro da ETA-Rio Descoberto - Brasília, obteve melhores resultados dispondo este lodo em biodigestor anaeróbio. A relação volumétrica entre o lodo adensado e o lodo anaeróbio foi de 86%, sendo que razões volumétricas maiores poderão provocar efeitos inibitórios.

SPEECE (1996), cita os metais pesados catalisadores de processos químicos, como sendo um dos principais tóxicos presentes nos despejos que pode oferecer toxicidade aos processos anaeróbios.

## **5. METODOLOGIA**

O resíduo de ETA foi coletado na ETA-SC, que é constituída por um conjunto de três decantadores, sendo a limpeza realizada, alternadamente durante o ano, através da abertura de registros situados no fundo, e superficialmente com auxílio de mangueiras de alta pressão. A filtração descendente é a tecnologia de filtração empregada, sendo a lavagem realizada com água no sentido ascensional.

Para efeitos de estudo foi considerado que o volume de água fornecido pela ETA-SC abastecerá uma população que produzirá 80% deste em forma de esgoto.



Considerando que a maior parte dos resíduos produzidos em uma ETA serão retidos nos decantadores primários de uma ETE, os ensaios foram dirigidos para verificar os possíveis efeitos que poderão ocorrer nas unidades de tratamento de lodo primário, através da avaliação da toxicidade em condições anaeróbias utilizando como parâmetro a produção de metano.

## **5.1. Dados Operacionais da Estação de Tratamento de Água de São Carlos**

O levantamento dos dados relativos ao funcionamento da ETA-SC foi realizado através da análise dos relatórios dos registros operacionais, de onde ficou conhecido o volume de água produzido pela ETA-SC além do volume dos resíduos oriundos da limpeza dos decantadores e lavagens dos filtros, essencialmente importante para evidenciar o volume que foi misturado ao esgoto sanitário para realização dos ensaios em laboratório.

### **5.1.1. Obtenção e Caracterização do Resíduo da Limpeza do Decantador**

O resíduo da limpeza do decantador foi obtido na ETA-SC no canal de distribuição que antecede o decantador, com intuito de simular o funcionamento de um decantador de alta taxa com descarga diária, apresentando concentrações de sólidos da ordem de 3,0 g/L. O resíduo da limpeza do decantador foi retirado deste canal visto que o tempo de permanência é o mesmo do resíduo obtido na descarga de fundo do decantador, além do que, este resíduo foi preparado para apresentar teor de sólidos da ordem de 3,0 g/L.

O teor de sólidos desejado foi conseguido deixando-se sedimentar e retirando-se parte do sobrenadante, ou adicionando-se sobrenadante quando estava com concentração superior a desejada. Desta forma preparou-se resíduo da limpeza do decantador com teor de sólidos da ordem de 3 g/L. Visando possíveis variações preparou-se duas outras amostras com teor de sólidos da ordem de 1 g/L e 5g/L, apresentando, respectivamente, teor de sólidos abaixo e acima de 3 g/L. Estas amostras foram caracterizadas em termos de turbidez, pH, DQO, sólidos suspensos totais, fixos e voláteis.

### **5.1.2. Obtenção e Caracterização da Água de Lavagem de Filtro**

A água de lavagem de filtro foi coletada na ETA-SC com o auxílio de uma bomba instalada na canaleta central de um filtro, próximo a descarga, onde a mistura do resíduo era mais eficiente. A amostra foi coletada, com vazão constante, do início ao final da lavagem, formando uma amostra composta, que foi caracterizada em termos de turbidez, pH, DQO, sólidos suspensos totais, fixos e voláteis.

## **5.2. Obtenção do Esgoto Sanitário**

O esgoto sanitário foi coletado, após gradeamento, de uma derivação da rede coletora de esgoto da cidade de São Carlos, situada próximo a EESC-USP. O esgoto coletado com auxílio de uma bomba foi transferido para um tanque de equalização, com capacidade para 1000L, provido de agitador para manter a homogeneização do esgoto sanitário.

## **5.3. Descrição das Instalações**

As instalações utilizadas foram um tanque para equalização do esgoto sanitário e as colunas de sedimentação para simular decantadores primários. As instalações estão descritas a seguir.

### **5.3.1. Tanque de Equalização e Homogeneização do Esgoto Sanitário**

Inicialmente, após gradeamento, o esgoto sanitário foi bombeado para um tanque de equalização provido de agitador, o qual permaneceu ligado para manter a homogeneização do esgoto.

Na figura 1 pode ser observada a fotografia do tanque de equalização, sendo uma caixa de amianto com capacidade para 1000L, apresentando na parte superior o agitador e, na parte inferior, uma saída por onde foi realizada a transferência do esgoto sanitário para as colunas de sedimentação.



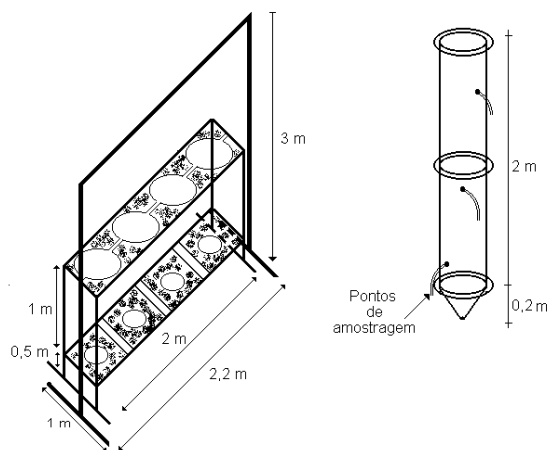
**Figura 1 - Fotografia ilustrando a caixa de amianto, com capacidade para 1000 L, o agitador localizado na parte superior da caixa e a bomba de recalque.**

### 5.3.2. Descrição das Colunas de Sedimentação

Os ensaios de sedimentação foram realizados em quatro colunas construídas em acrílico, apresentando 0,30 m de diâmetro e 2,20 m de altura, com volume útil de 130 L. A parte inferior é constituída de uma estrutura cônica de 0,20 m, localizado em sua extremidade um registro para retirada do lodo. Ao longo de sua extensão estão distribuídos 3 pontos de coletas. Interiormente, movido por um motor, apresenta um eixo onde foram fixadas paletas, que tiveram como finalidade a manutenção da mistura das amostras no interior da coluna durante o ensaio. Na figura 2 é mostrado a fotografia e o esquema das colunas utilizadas nos ensaios.



(A)



(B)

**Figura 2 – Colunas de sedimentação que foram utilizadas nos ensaios de sedimentação. (A) Fotografia ilustrando as colunas de sedimentação; (B) esquema das colunas de sedimentação.**

### 5.4. Ensaio de Sedimentação

A simulação dos efeitos, produzidos em um decantador primário de uma ETE, foram avaliadas através de três ensaios realizados em colunas de sedimentação, onde foram utilizadas amostras compostas por esgoto sanitário e resíduo, em diferentes concentrações, provenientes da limpeza do decantador e da lavagem dos filtros da ETA-SC.

O ensaio foi realizado para avaliar os efeitos produzidos em um decantador primário de uma ETE quando receber resíduo da limpeza de decantador e água de lavagem de filtro, simultaneamente.

Em uma coluna foi colocado o resíduo da limpeza do decantador com concentração de sólidos da ordem de 3g/L. Nas duas outras colunas foram extrapolados valores de sólidos acima, 5g/L, e abaixo, 1g/L, da situação



real de 3g/L, objetivando prever possíveis variações diárias na relação esgoto sanitário e resíduo da limpeza de decantador.

As amostras utilizadas neste ensaio foram preparadas com volumes de resíduo de ETA constantes, sendo constituído por 19,89% de resíduo da limpeza de decantador com concentrações de SST da ordem de 1, 3 e 5 g/L e 80,11% de água de lavagem de filtro, com concentração de SST de 230 mg/L.

Os ensaios foram realizados em uma bateria de 4 colunas de sedimentação, sendo 3 colunas teste que receberam, além de esgoto sanitário o resíduo de ETA, e, uma coluna controle que recebeu apenas esgoto sanitário.

O esgoto sanitário foi transferido para as colunas de sedimentação, mantendo-se os agitadores do tanque de equalização e das colunas ligados.

Todas as colunas receberam o mesmo volume de esgoto sanitário. Após o enchimento das colunas foram retirados volumes de esgoto sanitário iguais aos de resíduos da ETA-SC que foram adicionados, exceto na coluna controle que permaneceu apenas com esgoto sanitário. O tempo de mistura adotado foi de 30 minutos com gradiente de velocidade da ordem de  $300 \text{ s}^{-1}$ , simulando o tempo que este resíduo levaria para chegar à ETE. Após este tempo os agitadores foram desligados e assim que a superfície da água se estabilizava era cronometrado o tempo de sedimentação, que foi de duas horas, visto que, equivale ao tempo de detenção hidráulico médio, utilizado nos projetos dos decantadores primários. O lodo, obtido após duas horas de sedimentação, foi retirado através do registro localizado na extremidade inferior da coluna e, posteriormente, caracterizado em termos de DQO, pH, sólidos e resistência específica, e submetidos a ensaio de atividade metanogênica.

## 5.5. Efeitos nos Digestores Anaeróbios de Lodo de ETE

Os possíveis efeitos nos digestores de lodo anaeróbio foram analisados através da microscopia óptica e do teste de atividade metanogênica do lodo primário obtido dos ensaios realizados nas colunas de sedimentação envolvendo esgoto sanitário e os resíduos da ETA-SC. Para isto foi utilizado um inóculo de um digestor de lodo anaeróbio em funcionamento, ETE-Piracicaba.

### 5.5.1. Atividade Metanogênica

A metodologia utilizada para os testes de atividade metanogênica do lodo primário foi proposta por CARVALHO (1999) e, encontra-se descrita a seguir:

- réplica do ensaio: duplicata;
- temperatura do ensaio:  $30^\circ \text{C}$  (controlada por termostato);
- volume dos frascos-reator: 620 mL;
- volume útil dos frascos-reator: 300 a 400 mL;
- relações entre as concentrações de sólidos suspensos voláteis do lodo primário e do inóculo igual a 0,5;
- agitação dos frascos-reator: contínua, com auxílio de “Shaker”, com 150 rpm;
- concentração de sólidos suspensos voláteis do inóculo presentes nos frascos-reator: 9 g/L;
- redução do meio líquido: borbulhamento com nitrogênio puro (100%);
- medição do volume de metano produzido nos frascos-reator: através de leitura da pressão interna a de cromatografia gasosa;
- periodicidade das medidas de metano: 2 vezes ao dia. Após estabilização 1 vez;
- finalização dos testes: 30 dias após a incubação dos frascos;
- cálculo da atividade: através do coeficiente angular da equação da reta de ajuste do trecho da curva de inclinação máxima, obtida quando se plota volumes de metano, em termos de DQO consumida, divididos pela concentração de sólidos suspensos voláteis médio, versus os respectivos intervalos de tempo.
- análises intermediárias: no decorrer do ensaio foram coletadas amostras, em pequenas alíquotas, em intervalos de 10 dias, utilizando para isto seringa munida de agulha. Estas amostras foram submetidas a microscopia óptica, com aumentos de 10 e 40x.



### 5.5.2. Microscopia Óptica

A microscopia óptica foi realizada no Laboratório de Processos Biológicos da EESC - USP. Foi pesquisada a microfauna presente no lodo obtido do ensaio de digestão anaeróbia na primeira fase, e o licor misto das lagoas de aeração na segunda fase com o objetivo de verificar as possíveis interferências que ocorrerão devido a presença de resíduos de ETA.

### 5.6. Análises e Exames Laboratoriais

As análises e exames laboratoriais realizadas na pesquisa estão de acordo com o “Standard Methods for the examination of Water and Wastewater” publicado pela APHA (1998).

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1. Caracterização do Resíduo da Limpeza do Decantador

As amostras do resíduo da limpeza do decantador foram caracterizadas e o resultado encontra-se na tabela 1.

**Tabela 1 - Caracterização dos resíduos da limpeza do decantador, utilizados nos ensaios de sedimentação.**

Parâmetros	Amostras		
	1	2	3
Turbidez (UT)	576	1836	3565
SST (g/L)	0,88	2,71	5,24
SSF (g/L)	0,70	2,16	4,20
SSV (g/L)	0,18	0,55	1,04
PH	6,74	6,70	6,71
DQO (mg/L)	268	1048	962

### 6.2. Caracterização do Resíduo da Lavagem do Filtro – Água de Lavagem de Filtro

A amostra de água de lavagem de filtro foi obtida através de coleta durante a lavagem de filtro na ETA-SC. Os resultados da caracterização encontram-se na tabela 2.

**Tabela 2 - Caracterização da amostra de água de lavagem de filtro utilizada no ensaio de sedimentação.**

Parâmetros	Água de lavagem de filtro
Turbidez (UT)	172
SST (mg/L)	230
SSF (mg/L)	180
SSV (mg/L)	50
pH	7,3
DQO (mg/L)	62

### 6.3. Preparo e Caracterização da Amostra de Estudo

As amostras utilizadas nos ensaios de sedimentação nas colunas foram preparadas com misturas diferentes entre o resíduo da lavagem do filtro e da limpeza do decantador. Estas amostras foram caracterizadas e os resultados encontram-se na tabela 3.

**Tabela 3 – Caracterização dos resíduos utilizados nos ensaios de sedimentação.**

Parâmetros	Colunas Testes		
	1	2	3
Turbidez (UT)	260	477	745
Ph	6,9	6,9	6,9
SST (g/L)	0,365	0,723	1,227
SSF (g/L)	0,286	0,574	0,980
SSV (g/L)	0,079	0,149	0,247
DQO (mg/L)	78	263	197





#### 6.4. Ensaio de Sedimentação

Visando simular os possíveis efeitos produzidos em um decantador primário de uma ETE foi realizada uma bateria de ensaios em colunas de sedimentação, sendo uma coluna controle, apenas com esgoto sanitário, e três colunas que receberam, além de esgoto sanitário, amostras dos resíduos da ETA-SC constituído por resíduos da lavagem de filtro e da limpeza de decantador. Na tabela 4 estão os volumes de esgoto sanitário, bem como de resíduo de ETA, utilizados no ensaio de sedimentação, além da relação SST do resíduo e esgoto sanitário.

**Tabela 4 - Volume do esgoto sanitário e da amostra de resíduo de ETA utilizados no ensaio de sedimentação.**

Resíduo	Coluna C	Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3
	Volume (%)	Volume (%)	Volume (%)	Volume (%)
Esgoto Sanitário	100	92,76	92,76	92,76
Resíduo da ETA-SC	0	7,24	7,24	7,24
SST <sub>resíduo ETA</sub> /SSV <sub>esgoto Sanitário</sub> (mg/L)	0	28,48	56,43	95,77

##### 6.4.1. Caracterização dos Sedimentos

Os sedimentos caracterizados foram obtidos após 120 minutos de ensaio de sedimentação, sendo que cada amostra foi caracterizada, e os resultados encontram-se na tabela 5. Os sedimentos foram obtidos abrindo-se um registro localizado na base das colunas.

**Tabela 5 - Caracterização do sedimento obtido no ensaio de sedimentação após 120 min.**

Parâmetros	Colunas Testes			
	C	1	2	3
pH	7,0	7,2	7,1	7,2
ST (g/L)	14,425	17,425	23,275	25,225
STF (g/L)	3,225	7,225	11,425	13,625
STV (g/L)	11,220	10,200	11,850	11,400
Resistência Específica ( x 10 <sup>3</sup> m/kg)	8,47	sem material	2,13	2,11

##### 6.4.2. Ensaios de toxicidade anaeróbia – Teste da atividade metanogênica

O inóculo utilizado no ensaio de toxicidade anaeróbia foi submetido a caracterização onde foram medidos o teor sólidos totais, fixos e voláteis, e os resultados encontram-se na tabela 6.

**Tabela 6 - Concentração de sólidos presente no inóculo anaeróbio utilizados nos ensaios de toxicidade anaeróbia.**

Parâmetros	Inóculo Anaeróbio
ST (g/L)	87,73
STF (g/L)	40,50
STV (g/L)	47,23

Através do teste de atividade metanogênica do lodo obtido no decantador primário verificou-se a toxicidade em condições anaeróbias. Os lodos do decantador primário foram obtidos em ensaios de sedimentação utilizando amostras compostas por resíduo da limpeza de decantador, água de lavagem de filtro e esgoto sanitário. Cada frasco-reator foi preparado para manter as condições estabelecidas na metodologia, sua composição encontra-se na tabela 7.

Tabela 7 - Composição dos frascos-reator.

Composição									
Frasco- reator	Lodo de decantador primário				Inóculo de reator anaeróbico				Água destilada
	Vol. (mL)	SST (g/L)	SSF (g/L)	SSV (g/L)	Vol. (mL)	SST (g/L)	SSF (g/L)	SSV (g/L)	Vol. (mL)
controle	120,5	14,425	3,225	11,20	57,2	87,73	40,50	47,23	122,30
1	132,4	17,425	7,225	10,20	57,2	87,73	40,50	47,23	110,40
2	113,9	23,275	11,425	11,85	57,2	87,73	40,50	47,23	128,90
3	118,4	25,225	13,625	11,40	57,2	87,73	40,50	47,23	124,40

Os resultados dos testes de atividade metanogênica encontram-se no gráfico da figura 3, onde foram plotados os valores de concentração real do metano produzido em cada frasco-reator em função do tempo. Nota-se, que a maior quantidade de metano foi produzida no frasco-reator controle, o qual não recebeu resíduo da ETA-SC. Os demais frascos-reator tiveram uma decrescente produção de metano a medida que se aumentou a quantidade de resíduo, evidenciando uma interferência negativa.

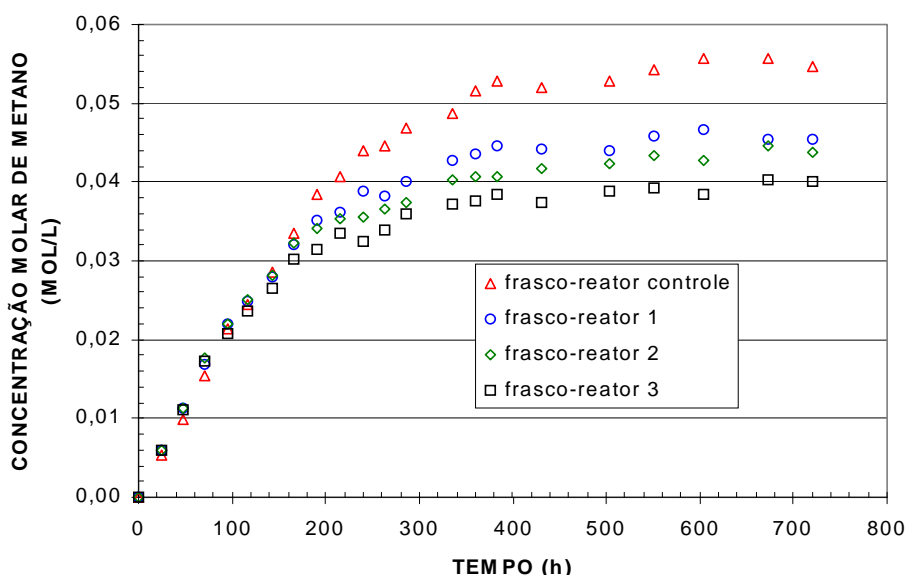


Figura 3 – Concentração de metano obtida nos frascos-reator durante o teste de atividade metanogênica.

#### 6.4.3. Análise microscópica

Foram realizadas duas séries de análises microscópicas no licor misto dos frascos-reator, descritas a seguir:

Após 8 dias de incubação foi encontrado no frasco-reator controle predominância de bactérias metanogênicas em forma de bastonetes, que apresentam fluorescência e produzem metano pela via hidrogenotrófica. As bactérias do gênero *Methanothrix sp* apresentaram-se em quantidade inferior em relação às bactérias em forma de bastonetes. Foram encontradas em pequena quantidade bactérias metanogênicas do gênero *Methanosarcina sp*, metanococos, que apresentam fluorescência, e bactérias em forma de bacilos curvos semelhantes às redutoras de sulfato. Nos frascos-reator 1, 2 e 3, comparados ao frasco-reator controle, foi observado que as bactérias do gênero *Methanothrix sp* diminuíram e as bactérias em forma de bastonetes tiveram um ligeiro aumento, sendo progressivo no sentido do menos concentrado, frasco-reator 1, para o mais concentrado, frasco-reator 3. Nestes três frascos-reator foram encontradas, em pequena quantidade, bactérias metanogênicas em forma de cocos e *Methanosarcina sp*. No frasco-reator 3, ao contrário do 1 e 2, não foram encontrados bacilos curvos, semelhantes às redutoras de sulfato.

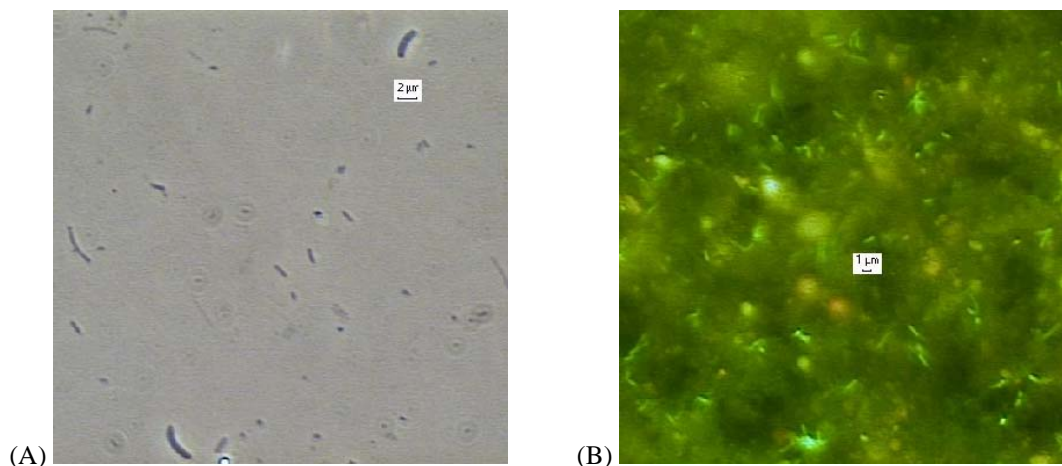
Após 16 dias de incubação no frasco-reator controle existiu a predominância de bacilos metanogênicos fluorescentes e bacilos não metanogênicos, poucas bactérias *Methanothrix sp* e não foram encontrados



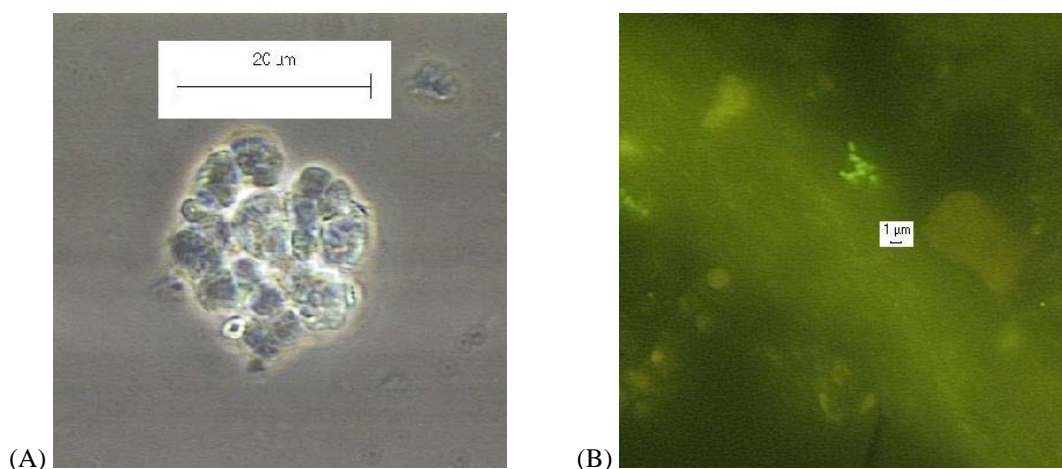


metanococos e *Methanosarcina sp.* Nos frascos 1, 2 e 3, comparados ao frasco controle, foi observado que existiu um maior número de bacilos fluorescentes e, já em estado de deterioração, poucas *Methanothrix sp.* O aumento dos bacilos fluorescentes foi progressivo no sentido do menos concentrado, frasco-reator 1, para o mais concentrado, frasco-reator 3. Nos três frascos foram encontrados bactérias em forma de bacilos curvos semelhantes às redutora de sulfato, além de hifas de fungos e poucos bacilos não fluorescentes.

As fotografias das figuras 4 a 6 ilustram os organismos encontrados nos licor mistos dos frascos-reator.



**Figura 4 - (A) Bactérias em forma de bacilos curvos semelhantes às redutoras de sulfato no Frasco-reator controle. (B) Bactérias fluorescentes em forma de bastonetes no Frasco-reator controle.**



**Figura 5 - (A) *Methanosarcina sp* presente no Frasco-reator 1. (B) Pouca quantidade de metanococos fluorescentes presentes no Frasco-reator 1.**

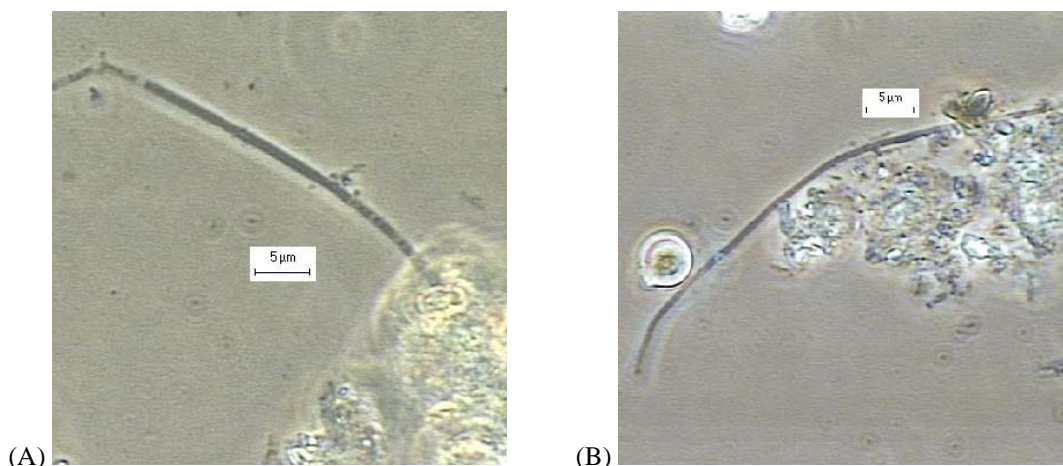


Figura 6 - (A) *Methanothrix sp* presentes no frasco-reator 2. (B) *Methanothrix sp* no frasco-reator 3.

## 7. CONCLUSÕES

O presente trabalho permitiu concluir que:

- Os sedimentos obtidos nos ensaios de sedimentação apresentaram maior quantidade de ST com menor resistência específica à filtração nas colunas de sedimentação que receberam resíduo da ETA-SC, podendo-se concluir que em uma possível desidratação mecânica estes materiais seriam mais fáceis de desidratar.
- Nos ensaios de toxicidade anaeróbia através do teste da atividade metanogênica, a medida que se aumentou o resíduo da ETA-SC no sistema a concentração molar de metano foi reduzida. Mesmo na menor concentração estudada, de 28,28 mg SST/L de esgoto sanitário, houve redução da ordem de 18% na produção de metano. Portanto, o resíduo da ETA-SC teve influência negativa sobre os microrganismos metanogênicos, sendo que nas primeiras 180 horas deste ensaio a produção de metano foi praticamente a mesma em todos frascos-reator;
- No exame microscópico realizado no licor misto dos frasco-reator do ensaio da atividade metanogênica ficou evidenciado que algumas espécies de microrganismos tais como do gênero *Methanothrix sp* foram inibidas pela presença do resíduo da ETA-SC, sendo que foram encontradas em maior número no frasco-reator controle e em menor quantidade à medida que se aumentou a adição do resíduo da ETA-SC. Este resíduo favoreceu o crescimento dos bacilos fluorescentes, sendo progressivo no sentido do frasco-reator com menor quantidade de resíduo da ETA-SC para o de maior quantidade.
- Provavelmente, não ocorrerá deterioração no efluente dos decantadores primários de uma ETE, já que a qualidade do sobrenadante nas colunas de sedimentação não foi deteriorada com a presença de resíduo da ETA-SC e, que ocorrerão interferências no desempenho dos processos biológicos uma vez que ocorreu redução na produção metano no ensaio de atividade metanogênica.

## 8. RECOMENDAÇÕES

O autor recomenda que:

- Caso houver interesse em fazer a disposição do resíduo de ETA em ETE, seja qual for o tipo de coagulante empregado na ETA ou a tecnologia de tratamento empregada na ETE, que sejam realizados estudos verificando a viabilidade ou não desta alternativa para cada caso;
- Antes de lançar o resíduo de ETA na rede de esgoto, seja feito uma equalização para minimizar os problemas que poderão advir;



## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION (1998). *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. 20. ed., Washington, D.C, USA.
2. CARVALHO, E.H.; DI BERNARDO, L. (1999). Interferência dos despejos de estações de tratamento de água nas estações de tratamento de esgoto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20, Rio de Janeiro. Anais eletrônicos II-037. Rio de Janeiro, ABES. P. 1230-1238.
3. CARVALHO, E.H. (2000). *Disposição dos resíduos gerados nas estações de tratamento de água em estações de tratamento de esgoto com decantação primária*. São Carlos, 2000, 224p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
4. DI BERNARDO, L.; SCALIZE, P.S.; SOUZA FILHO, A.G. (1999a). Água de lavagem de filtros rápidos. In: REALI, M.P., coord. *Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água*. Rio de Janeiro, ABES. Cap. 7, p. 143-168.
5. DI BERNARDO, L.; CARVALHO, E.H.; SCALIZE, P.S. (1999b). Disposição de resíduos líquidos de ETAs em ETEs. In: REALI, M.P., coord. *Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água*. Rio de Janeiro, ABES. Cap. 8, p. 169-202.
6. ESCOBAR, J.C. (2001). *Tratamento e recuperação da água de lavagem dos filtros de uma estação de filtração direta e simulação da disposição dos lodos em estações de tratamento de esgoto*. São Carlos, 2001. 144 p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
7. SCALIZE, P.S. (1997). *Caracterização e clarificação por sedimentação da água de lavagem de filtros rápidos de estações de tratamento de água que utilizam sulfato de alumínio como coagulante primário*. São Carlos. 1997, 220 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
8. SCALIZE, P.S. (2003). *Disposição de resíduos gerados em estações de tratamento de água em estações de tratamento de esgotos*. São Carlos. 2003, 146 p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
9. SPEECE, R.E. (1996). *Anaerobic Biotechnology for Industrial Wastewaters*, Archae Press, 393p., Estados Unidos.