

# Tratamento de Efluentes de uma Indústria de Bebidas

Julia Rodrigues Dib Sêna e Júlio Carlos Afonso

Departamento de Química Analítica, Instituto de Química, UFRJ  
E-mail: julio@iq.ufrj.br

Submetido em 07/07/2014; Versão revisada em 29/07/2014; Aceito em 30/08/2014

## RESUMO

Este trabalho passa em revista a gestão de efluentes oriundos da indústria de fabricação de bebidas por meio de tratamento biológico misto. Os requisitos fundamentais que devem ser monitorados para que esse tratamento seja eficaz são a determinação das características do efluente bruto (biodegradabilidade, pH, carga orgânica, sólidos etc) e a qualidade do lodo anaeróbico (atividade metanogênica), para que os parâmetros do efluente tratado fiquem dentro dos requisitos legais previstos na legislação. A alteração de um produto de limpeza afetou o desempenho do tratamento misto.

**Palavras-chave:** tratamento de efluentes; indústria de bebidas; tratamento anaeróbico; tratamento aeróbico.

## ABSTRACT

This work focuses the effluent management of a beverage industry plant via mixte biological treatment. The essential requirements to ensure an efficient treatment are the determination of the properties of the crude effluent (biodegradability, pH, BOD, solids etc) and the quality of the anaerobic slurry (methanogenic activity). The goal is to meet the treated effluent under the requirements of the environmental Brazilian directories. The change of a cleaning product affected the performance of the mixte biological treatment.

**Keywords:** effluent treatment; beverage industry; anaerobic digestion; aerobic treatment.

## INTRODUÇÃO

A água, essencial à vida e ao meio ambiente, é um recurso finito e extremamente vulnerável. O controle da poluição hídrica é de suma importância para que a qualidade da água seja compatível com a sua utilização e preservação (BORSOI E TORRES, 1997). Cada atividade antrópica produz poluentes característicos que têm um determinado impacto na qualidade do corpo receptor (PEREIRA, 2004).

20% da água no mundo é usada no segmento industrial (PEREIRA, 2004; GORDANO, 2004), onde essa utilização pode ser intensiva. No

processo de fabricação de bebidas há um elevado consumo de água em função da limpeza de equipamentos, geração de vapor, pasteurização e incorporação aos produtos. Exceto a água incorporada aos produtos e as perdas por evaporação, a água utilizada possui substâncias as mais diversas, surgindo dessa forma os efluentes industriais dessa atividade.

Para definir o tipo de tratamento é necessário saber a vazão e a composição química do efluente a fim de garantir o enquadramento de todos os parâmetros segundo a legislação ambiental

pertinente. As características físicas, químicas e biológicas dependem do perfil da atividade industrial (CONAMA, 2011). Os tratamentos podem ser físico-químicos ou biológicos. O primeiro tem custo muito elevado, mas é o indicado para indústrias que geram efluentes inorgânicos ou orgânicos não biodegradáveis. O tratamento biológico, menos dispendioso, se baseia na ação de microrganismos, especialmente bactérias, que tratam a matéria orgânica biodegradável (BARBOSA, 2012; GORDANO, 2004; SILVA E CARVALHO, 2011).

A resolução 430/2011 do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) (CONAMA, 2011) dispõe sobre as condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão de lançamento de efluentes em corpos de água receptores (artigo 16º). No Estado do Rio de Janeiro o Instituto Estadual do Ambiente (INEA, 1986) dispõe a Norma Técnica 202, que complementa com alguns parâmetros ausentes da Resolução 430, e os critérios para o lançamento de carga orgânica expressa em Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), devem ser estabelecidos em diretrizes específicas (PNRS, 2010).

Em indústrias de grande porte (como a de fabricação de bebidas) é comum o emprego de processos biológicos mistos (anaeróbios + aeróbios), que aliam à confiabilidade e eficácia na obtenção de efluentes tratados e enquadrados nos parâmetros exigidos pela legislação ambiental, o menor consumo de insumos (energia elétrica, produtos químicos) e a menor geração de resíduos (lodo biológico excedente) (OLIVEIRA NETTO, 2011; BARBOSA, 2012). Os parâmetros de controle dos efluentes das indústrias de bebidas são (GORDANO, 2004): matéria orgânica (demandas química (DQO) e bioquímica (DBO) de oxigênio); sólidos totais; fósforo, nitrogênio; óleos e graxas; temperatura; cor e pH.

Em contraposição às leis ambientais que se referem apenas à concentração, nos efluentes da indústria de bebidas, a vazão também é uma

variável-chave para atestar a qualidade de seus efluentes (BARBOSA, 2012).

## TRATAMENTO DE EFLUENTES EM INDÚSTRIAS DE BEBIDAS

Mais de 95% das fábricas de cervejas instaladas no Brasil adotam o processo misto anaeróbio + aeróbio como solução para o tratamento de seus efluentes.

Na etapa anaeróbia obtêm-se remoções da ordem de 85% de carga orgânica (DBO), com baixo consumo de energia elétrica (inclusive com a geração de gás metano combustível, que pode ser usado na fábrica para geração de vapor ou mesmo energia elétrica), ficando o pós-tratamento, aeróbio, responsável pela complementação da remoção de DBO (BARBOSA, 2012).

Nas estações de tratamento de efluentes mistas, prevalecem os reatores anaeróbios de fluxo ascendente com leito de lodo (*upflow anaerobic sludge blanket* ou UASB – Figura 1) (GORDANO, 2004).

Na etapa aeróbia utiliza-se o processo de lodo ativado, onde há aeração prolongada, alternado-se o uso de aeradores superficiais com sistemas de ar difuso (distribuição do ar com difusores de membranas dispostos no fundo do tanque). O tratamento do efluente pode ser dividido

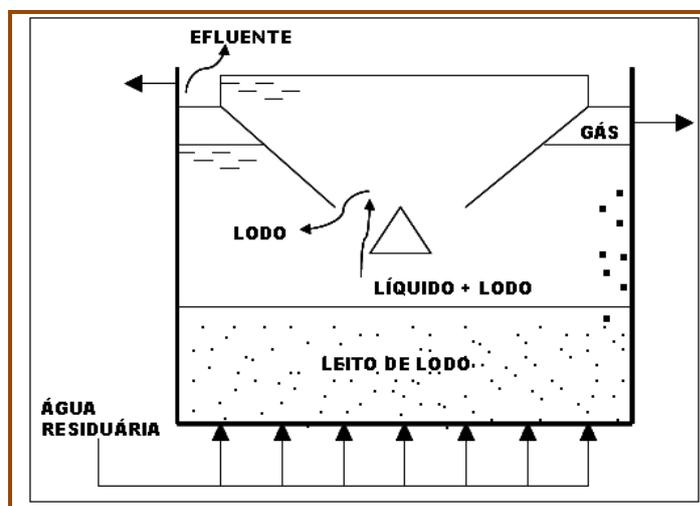
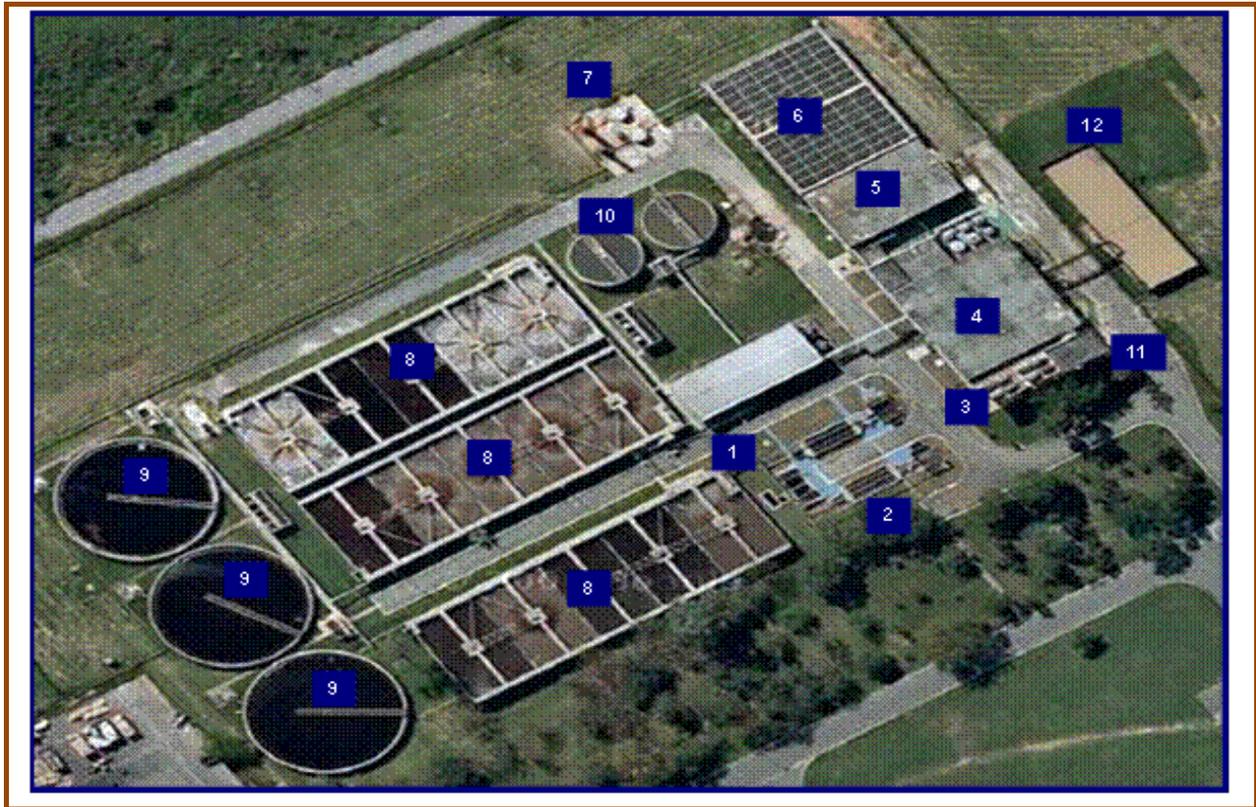


Figura 1: Representação esquemática do reator anaeróbio de fluxo ascendente com leito de lodo (UASB) (GORDANO, 2004)



**Figura 2: Unidades de tratamento de efluentes industriais de indústria de bebidas. Primeira Etapa: Recebimento do Efluente. 1. Caixas de recebimento do efluente bruto e diluído. Segunda Etapa: Pré-Tratamento. 2. Gradeamento e Caixas de Areia; 3. Peneiras estáticas; 4. Tanques de Equalização, Terceira Etapa: Tratamento Anaeróbio. 5. Tanque de Acidificação; 6. Reatores Anaeróbios; 7. Flare Atmosférico. Quarta Etapa: Tratamento Aeróbio. 8. Reatores Aeróbios; 9. Decantadores; 10. Adensadores; 11. Centrifugas. Nos casos em que o efluente bruto se encontra fora de especificação, é utilizado o tanque de emergência (12) (BARBOSA, 2012)**

em 4 etapas (BARBOSA, 2012), e a Figura 2 mostra uma imagem das unidades de tratamento.

### **1ª Etapa: Recebimento do efluente bruto**

Nesta etapa é recebido todo o efluente oriundo do processo produtivo, dos refeitórios, vestiários e banheiros. O sistema de tratamento biológico é muito sensível às variações do meio, por isso, nesta etapa, é muito importante a avaliação da qualidade do efluente bruto, para que não comprometa o tratamento nas próximas etapas.

A determinação da DQO é feita nessa etapa para identificar possíveis sobrecargas de carga orgânica no sistema. Essas sobrecargas podem acontecer por anomalias no processo de fabricação de bebidas, como vazamentos de mosto, cerveja, fermento, açúcar, xarope etc. (ineficiências de processo). O índice de carga orgânica do efluente bruto é de no máximo 0,75 kg de DQO para cada hectolitro de cerveja e refrigerante produzido (0,75

kg DQO/hl).

A análise de sólidos sedimentáveis totais (SST), nitrogênio total, fósforo total e óleos e graxas, e pH é feita para identificar excesso de descarte de sólidos, compostos de nitrogênio e fósforo, óleos e graxas e produtos químicos. Durante o processo de fabricação de bebidas são gerados como resíduos bagaço de malte, terra diatomácea, fermento e carvão ativado. Todos esses resíduos vão para silos e cada um deles tem uma destinação diferente; por exemplo, o bagaço de malte é destinado à ração animal. Caso ocorra erro de gestão esses resíduos podem ir para a estação de tratamento. A concentração máxima de SST no efluente bruto é de 700 mg/L; nitrogênio total, 30 mg/L; fósforo total, 20 mg/L; óleos e graxas, 30 mg/L.

São utilizados diversos produtos químicos durante o processo de fabricação de bebidas, para garantir a qualidade do produto: limpeza dos tanques, tubulações, equipamentos, etc.

Entretanto, eles podem ser extremamente tóxicos a micro-organismos, comprometendo assim o tratamento biológico de efluentes. Em toda fábrica de bebidas, existem tanques para coletar os produtos químicos usados. Esses tanques possuem placas de orifício dimensionadas que controlam a vazão com que estes produtos vão para a estação sem comprometer o tratamento. Esta vazão é determinada pelo limite de toxicidade do produto químico nos micro-organismos que fazem o tratamento. Todo produto químico antes de ser utilizado passa por essa análise (BARBOSA, 2012; SILVA E CARVALHO, 2011).

## 2ª Etapa: Pré-tratamento

É feita a separação de sólidos grosseiros através de gradeamento, importante para a proteção de bombas e tubulações (SILVA E CARVALHO, 2011). Depois, o efluente vai para caixas de areia, em seguida para peneiras estáticas, e por fim para o tanque de equalização. Nesse tanque ocorre a completa homogeneização do efluente e equalização das vazões. A análise mais importante feita nesta etapa é o potencial redox, com a ajuda de um eletrodo (Ag/AgCl). As bactérias metanogênicas presentes no reator anaeróbio necessitam de um meio redutor, cerca de -300 mV, do contrário, perde-se eficiência no tratamento e, em condições extremas, perda de lodo anaeróbio. Conhecendo-se o potencial redox das substâncias utilizadas na fábrica, e obtendo-se os valores de potencial redox no efluente, pode-se, ao menos, constatar o

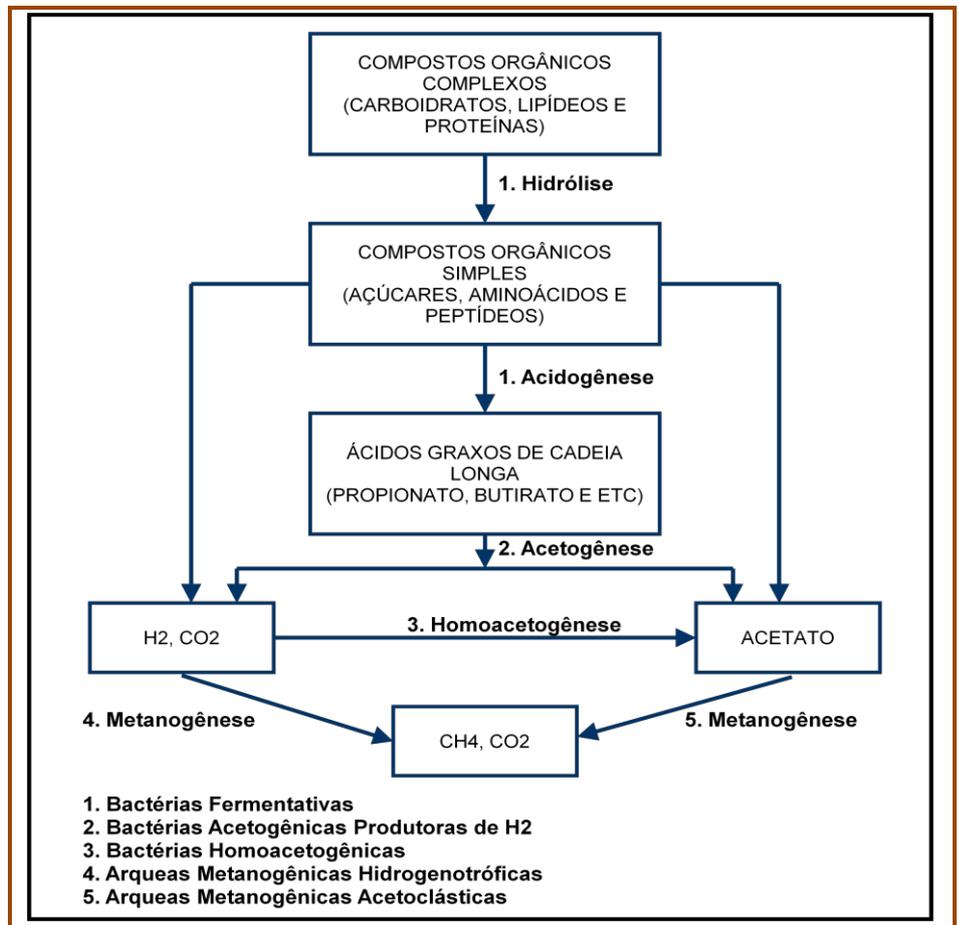


Figura 3: Rotas metabólicas e grupos microbianos envolvidos na digestão anaeróbia (BARBOSA, 2012)

recebimento de substâncias oxidantes, caso o potencial seja positivo. Então, o controle desse parâmetro permite evitar um excesso de descarte de produtos químicos oxidantes da fábrica para a estação de tratamento. O potencial redox do efluente equalizado deve ser no máximo 0 mV (BARBOSA, 2012).

## 3ª Etapa: Tratamento anaeróbio (Figura 3)

Ao sair do tanque de equalização o efluente vai para o tanque de acidificação, onde acontece o ajuste do pH e há adição de nutrientes, como uréia e ácido fosfórico. Neste momento acontecem as primeiras etapas da digestão anaeróbia, a hidrólise e a acidificação. As bactérias fermentativas hidrolíticas e acidogênicas (grande e diverso grupo de bactérias, como por, exemplo, das espécies *Clostridium* e *Bacteroids*) são responsáveis pela hidrólise e pela acidogênese. Na hidrólise, os compostos orgânicos complexos (lipídios, carboidratos e proteínas) se

convertem em compostos orgânicos simples (açúcares, aminoácidos, peptídeos). Estes compostos orgânicos simples são transformados em  $H_2$ ,  $CO_2$  e acetato. Na acidogênese os compostos orgânicos simples são transformados em ácidos graxos de cadeia longa (propionato, butirato etc.). O metano gerado nestes reatores pode ser queimado no *flare* (queimador) ou ser utilizado como fonte de energia.

Nos reatores anaeróbios ocorrem as últimas etapas da digestão anaeróbia (acetogênese, homoacetogênese e metanogênese). As bactérias acetogênicas convertem os ácidos graxos de cadeia longa gerados na acidogênese, em  $H_2$ ,  $CO_2$  e acetato. As bactérias homoacetogênicas produzem acetato a partir de  $H_2$  e  $CO_2$  (OLIVEIRA NETTO, 2011; BARBOSA, 2012).

A digestão anaeróbia é finalizada por bactérias metanogênicas hidrogenotróficas e metanogênicas acetoclásticas. As primeiras reduzem o  $CO_2$  produzindo metano ( $CH_4$ ), e as segundas produzem  $CH_4$  e  $CO_2$  a partir da redução do acetato (OLIVEIRA NETTO, 2011).

Os parâmetros indicadores de estabilidade do processo anaeróbio, enquadrando o efluente para a etapa aeróbica são (OLIVEIRA NETTO, 2011; BARBOSA, 2012):

- Temperatura no leito de lodo: máximo  $39^\circ C$ ;
- pH do leito de lodo: 6,5-7,5;
- Acidez volátil do leito de lodo: máximo 200 mg ácido acético/L
- Alcalinidade bicarbonato no leito de lodo: mínimo 400 mg  $CaCO_3$ /L
- Sólidos sedimentáveis na saída do reator: máximo  $5\text{ cm}^3/\text{L h}$
- Eficiência de remoção de DQO: mínimo 75%
- Vazão de biogás: máximo 80% da vazão de gás crítica
- Geração de biogás: mínimo  $0,3\text{ m}^3\text{ gás/kg DQO}$  removida
- Nitrogênio amoniacal, no mínimo 5 mg N/L
- Ortofosfato ( $PO_4^{3-}$ ) filtrável, no mínimo 5 mg P/L no

efluente de saída do reator anaeróbio

Os principais parâmetros da qualidade do lodo anaeróbio são (BARBOSA, 2012): relação sólidos voláteis/sólidos totais (SV/ST): mínimo 70%; atividade específica metanogênica: mínimo 0,3 kg DQO/kg ST; versatilidade: mínimo 85%; granulometria: mínimo 70%.

As análises de biodegradabilidade, toxicidade e atividade metanogênica são feitas em um mesmo procedimento (OLIVEIRA NETTO, 2011; BARBOSA, 2012; SILVA E CARVALHO, 2011), e merecem destaque devido a que seus resultados são essenciais para a preservação do lodo anaeróbio. Na conversão do metano ( $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ ), 1 g de DQO equivale a 0,35 L de  $CH_4$  nas CNTP ( $0,38\text{ L a }20^\circ C$  e 1 atm).

#### **4ª Etapa: Tratamento aeróbio**

O efluente vai para os reatores aeróbios, compostos por tanques com aeradores superficiais, que garantem uma concentração de oxigênio dissolvido na faixa de 1–3 mg/L. Os micro-organismos aeróbios metabolizam a matéria orgânica do efluente, convertendo-a em  $CO_2$ , água e novas células (crescimento e reprodução dos microrganismos) (BARBOSA, 2012).

As características que são monitoradas em especial são pH e oxigênio dissolvido. O pH recomendado está na faixa 7,0–8,5; em pH 9 a eficiência diminui de forma acentuada; em pH 10 o sistema entra em colapso; em pH abaixo de 5 ocorre a evolução de fungos. Acima de  $45^\circ C$  as proteínas desnaturam. A relação alimento (carga orgânica) por micro-organismo deve estar na faixa 0,05-0,15 kg de DBO/kg SSV dia (SILVA E CARVALHO, 2011).

No final do processo o lodo necessita de um tratamento chamado condicionamento. O lodo vai para adensadores onde a água é removida, aumentando assim o teor de sólidos do lodo. Desta etapa ele vai para o processo de desaguamento, feito por centrifugação.

Nos tanques de decantação ocorre a

sedimentação dos sólidos em suspensão presentes nos reatores aeróbios e dessa forma o efluente sai clarificado. Parte do lodo retorna aos reatores aeróbios (BARBOSA, 2012; SILVA E CARVALHO, 2011).

## **ESTUDO DE CASO DE CORREÇÃO DE PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTE**

Fez-se um estudo de avaliação de um processo de tratamento biológico misto aplicado a um efluente de uma indústria de bebidas. Testes rotineiros de atividade e biodegradabilidade registraram resultados fora da especificação dos órgãos ambientais durante três meses.

Assim, investigou-se a origem da mudança de característica do efluente. Verificou-se que certas limpezas de equipamentos não eram mais feitas com um produto químico comercial (que chamaremos aqui de X), mas sim por um novo produto (denominado Y); ambos são ácidos fortes e solúveis em água. Fez-se um estudo da toxicidade do produto Y; a toxicidade do produto X já era conhecida: um limite de 50 mg/L não impactava o lodo anaeróbio.

Dada a escassez de estudos na literatura científica e técnica, e como a composição dos efluentes varia de uma indústria a outra mesmo no mesmo ramo de atividade, só se consegue obter um resultado confiável e aplicável à realidade em questão através de um estudo *in loco* com o próprio efluente e com a estação em operação (BARBOSA, 2012; SILVA E CARVALHO, 2011).

### **Estudo da toxicidade do produto Y**

A Tabela 1 resume todos os parâmetros utilizados nos estudos de toxicidade. Em todos os cinco experimentos, foram feitos os seguintes cálculos:

- Taxa máxima de produção de metano (T, L/h), através da variação do volume de gás acumulado por unidade de tempo;
- Atividade específica metanogênica (A), em kg

DQO/kg ST d

$$A = \frac{T \text{ (L/h)} \times 24 \text{ (h/dia)} \times (0,001/0,38) \text{ (kg teórica DQO/L de CH}_4\text{)}}{(12,6/1000) \text{ g de lodo (kg ST)}}$$

- Versatilidade

Produção teórica de metano

1,0 g de sacarose = 1,12 g de DQO, e 1,12 x 4,00 g sacarose = 4,48 g/L de DQO

4,48 g/L DQO x 1,8 L x 0,38 L de CH<sub>4</sub> = 3,064 L (3064 mL) CH<sub>4</sub>

Versatilidade (%) = (Produção total de metano medida experimentalmente/3064) x 100

A Tabela 2 mostra os dados consolidados dos resultados do teste de toxicidade. O limite de toxicidade é dado pelos seguintes critérios (BARBOSA, 2012; SILVA E CARVALHO, 2011): queda máxima de atividade metanogênica: 25%; valor mínimo de versatilidade do branco: 50%; queda máxima de versatilidade: 25%.

Concentrações de até 10 mg/L do produto Y no efluente equalizado são admissíveis na alimentação do sistema anaeróbio. A partir de 20 mg/L este produto afeta a atividade biológica, podendo comprometer todo o tratamento. Comparado ao produto X que era utilizado anteriormente (limite 50 mg/L), foi possível verificar que o produto Y é 5 vezes mais tóxico. Como não era possível a utilização de uma menor quantidade de produto, para não comprometer a qualidade do processo de limpeza, foi retomada a utilização do produto X.

### **Biodegradabilidade do efluente equalizado após a troca do produto Y pelo produto X**

As Tabelas 3 e 4 mostram os principais parâmetros, suas especificações e os resultados (BARBOSA, 2012). Um dos mais primordiais é o potencial redox, negativo, mostrando que não há meio oxidante no reator anaeróbio. A biodegradabilidade elevada indica que as bactérias metanogênicas têm condições adequadas para a

<b>Dados do lodo</b>	Média de sólidos totais (ST): <b>36 g/L</b>
<b>Dados do fermentador</b>	<p>Volume útil: <b>1,8 L</b></p> <p>Suspensão de lodo anaeróbico: <b>7 g/L</b></p> <p><math>V_{\text{lodo}}: [7 \text{ (g/L)} \times 1,8 \text{ L}] / 36 \text{ g/L} = 350 \text{ mL}</math></p> <p>Volume de água destilada: <b>725 mL</b></p> <p>Volume de água da torneira: <b>725 mL</b></p>
<b>Componentes da solução (ppm ou mg/L)</b>	
<p>Sacarose, C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub> (4000); Hidrogenocarbonato de sódio, NaHCO<sub>3</sub> (5000); Hidrogenofosfato de potássio, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> (3000); Di-hidrogenofosfato de potássio, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (2000); Cloreto de amônio, NH<sub>4</sub>Cl (500);</p> <p>Produto Y (d = 1,39 g/mL): 0 (branco), 5, 10, 20 e 30 (adição de 0 a 0,039 mL)</p>	

**TABELA 1:**  
Parâmetros de estudo de toxicidade do produto de limpeza Y

**TABELA 2:**  
Resultados dos testes de toxicidade

Concentração do produto Y (mg/L)	Atividade metanogênica (kg DQO/kg ST) após estabilização (45-50 h)	Versatilidade (%)	Perda da atividade (%)	Perda de versatilidade (%)
0 (branco)	0,62	87	0	0
5	0,54	81	12,9	6,9
10	0,51	78	17,7	10,3
20	0,46	69	25,8	20,7
30	0,43	61	30,6	23,0

Parâmetro	Especificação	Resultado (Média)	Frequência
1. Potencial Redox do Efluente Equalizado	Menor que 0	-298,00	1 x Turno
2. Biodegradabilidade do Efluente Equalizado	Valor Min 75	77,00	Mensal
3. Temperatura no leite de lodo	Valor Max 39	35,20	1 x Turno
4. Acidez volátil do leite de lodo	Valor Max 200	75,72	1 x Turno
5. Sólidos Sedimentáveis na Saída do Reator	Max 5	1,40	1 x Turno
6. Eficiência da remoção de DQO do Reator	Valor Min 75	90,00	Diária
7. Nitrogênio Amoniacal no Efluente de saída do Reator	Min 5	8,70	Mensal
8. Ortofosfato Filtrável no efluente de Saída do Reator	Valor Min 5	5,60	Mensal
9. Atividade metanogênica	Valor Min 0,30	0,59	Mensal
10. Versatilidade do lodo	Min 75	76,00	Mensal
11. Granulometria do lodo anaeróbico	Valor Min 70	91,00	Mensal

**TABELA 3:**  
Resultados dos parâmetros para a etapa anaeróbia

**TABELA 4:**  
Resultados dos parâmetros para a etapa aeróbia

Parâmetro	Especificação	Resultado Médio	Frequência
1. Relação F/M (Lodo Ativado) - Aeração prolongada	Min 0,05 Max 0,15	0,11	Semanal
2. Oxigênio Dissolv. no Tanque Aeração - Aeração superfic.	Min 1,00 Max 3,00	2,10	1 x Turno

produção de CH<sub>4</sub> (incluindo-se os nutrientes nitrogênio amoniacal e ortofosfato filtrável).

O nível de sólidos sedimentáveis e a acidez volátil assinalam ausência de perda de lodo anaeróbico (devido à presença de terra diatomácea, produtos químicos e/ou sobrecarga orgânica); as bactérias metanogênicas atuam na mesma

velocidade das bactérias (fermentativas) que realizam a acidificação (SILVA E CARVALHO, 2011).

A versatilidade evidencia a diversidade de bactérias no meio, sendo um sinal de que as bactérias anaeróbicas estão trabalhando em condições adequadas.

**TABELA 5: Resultados combinados do tratamento biológico misto**

Parâmetro	Resultado	Frequência	CONAMA 430	NT - 202
Temperatura - Efluentes	27,30	1 x Turno	Max 40°C	Max 40°C
pH - Efluentes	8,38	1 x Turno	Min 5 a Max 9	Min 5 a Max 9
Sólidos Sedimentáveis - Efluentes (Diário)	0,00	1 x Turno	Max 1,0 mL/L	Max 1,0 mL/L
Eficiência na Remoção DBO	99,33	Semanal	remoção mínima de 60%	Critérios para Lançamento de Carga Orgânica expressas em DBO, serão estabelecidos pelo INEA através de diretrizes específicas (Neste tipo de circunstâncias é de 95%)
Óleos Mnerais	11,25	Semanal	até 20 mg/L	até 20 mg/L
Óleos Vegetais e Gorduras Animais	17,00	Semanal	até 50 mg/L	até 30 mg/L
Cor - Visualmente Ausente	Sim	Diária	-	Visualmente Ausente

O lodo anaeróbico tem boas condições de decantabilidade, de acordo com sua granulometria (BARBOSA, 2012).

A relação F/M, mostra a quantidade de carga orgânica por micro-organismos aeróbicos (GORDANO, 2004). Caso ela seja maior que o limite superior, ocorre sobrecarga no sistema aeróbio, e um valor inferior a 0,05 indica deficiência de nutriente. O oxigênio dissolvido é o elemento principal no metabolismo dos micro-organismos aeróbios, menos que 1,0 mg/L colapsa o sistema biológico.

A Tabela 5 mostra os principais parâmetros no efluente final após a finalização do tratamento biológico misto. O estudo da toxicidade do produto Y (item 3.1) mostrou que ele estava sendo utilizado em concentrações impactantes para o tratamento biológico (Tabela 2); sua troca foi fundamental para que não acontecesse mais algo anormal na estação, como perda de lodo anaeróbio, e garantindo a qualidade do efluente tratado.

## CONCLUSÕES

Para garantir a qualidade do efluente tratado é de extrema importância monitorar os parâmetros durante todo o processo de tratamento. Somente dessa forma é possível encontrar alguma anomalia durante esse processo, e tratá-la o mais rápido possível para não gerar um efluente final fora das especificações. É importante ficar atento à qualidade dos produtos químicos usados: muitas vezes os

fabricantes alteram a formulação dos mesmos para melhorar o desempenho, entretanto, podem impactar as estações de tratamento biológico. As mudanças de produtos devem ser comunicadas à estação de tratamento, para realização de testes com esses novos produtos, permitindo agir de forma preventiva e não corretiva sobre o sistema de tratamento biológico misto.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, R. A. *Fundamentos dos Parâmetros do PTP de ETEI*. Workshop de Meio Ambiente, Ambev, Jacareí, 2012.
- BORSOI, Z. M. F.; TORRES, S. D. A. A Política de Recursos Hídricos no Brasil. *Revista do BNDES*, n° 8, p. 1-15, 1997.
- CONAMA, Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) n° 430, 13/05/2011, *Diário Oficial da União*, 16/05/2011.
- GORDANO, G. *Tratamento e Controle de Efluentes Industriais*. Rio de Janeiro: Ed. da UFRJ, 2004.
- INEA, Norma Técnica 202, Critérios e padrões para lançamento de efluentes líquidos, 04/12/1986, *Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro*, 12/12/1986.
- OLIVEIRA NETTO, A. P. *Reator anaeróbio-aeróbio de leito fixo, com recirculação da fase líquida, aplicado ao tratamento de esgoto sanitário*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Univ. de São Paulo, São Carlos, 2011.
- PEREIRA, R. S. Poluição Hídrica: Causas e Consequências. *Revista Eletrônica de Recursos Hídricos*, v. 1, n. 1, pp. 20-36, 2004.
- PNRS, Lei n° 12.305, *Política Nacional de Meio Ambiente*, 02/08/2010, *Diário Oficial da União*, 03/08/2010.