



## VI-137 – ANÁLISE QUANTITATIVA DOS GASES PRODUZIDOS PELOS REATORES ANAERÓBIOS (ESTUDO DE CASO NA ETE MELCHIOR BRASÍLIA, CAESB)

**Janaína Sousa de França<sup>(1)</sup>**

Engenheira Ambiental pela Universidade Católica de Brasília. Engenheira Ambiental da Mendes Júnior lotada na obra de gasoduto, GASCAC Caçimba-Catu no trecho 3A-BA.

**Mauro Roberto Felizatto**

Engenheiro Químico pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU MG 1985). Mestre em Engenharia Civil: Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade de Brasília (UnB DF 2000). Analista Operacional da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal exercendo o cargo de Coordenador de Gerência da Coordenadoria Operacional dos Sistemas Melchior, Samambaia e Brazlândia. Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Paulista (UNIP-DF). CPF: 254263621-49

**Aline Neves Kalatalo**

Bacharel e Licenciatura em Química pela Universidade de Brasília (UnB DF- 2003). Atualmente Técnico Operacional da CAESB lotada na ETE MELCHIOR. cargo de Coordenador de Gerência da Coordenadoria Operacional dos Sistemas Melchior, Samambaia e Brazlândia. Professora Classe A na Secretária de Educação do GDF (Governo do Distrito Federal). CPF: 835372011-68

**Endereço<sup>(1)</sup>:** QNL 06 conjunto I casa 03, Brasília - DF - CEP: 72155-609 - Brasil - Tel: (61) 92585917, (73) 91346177 - e-mail: [janainasfranca@yahoo.com.br](mailto:janainasfranca@yahoo.com.br)

### RESUMO

O presente trabalho objetivou em quantificar os gases dos Reatores Anaeróbios destinados ao tratamento de água residuária da ETE Melchior, levando em consideração as emissões de gases para a atmosfera. A quantificação dos gases nos RAFAs foi avaliada pela determinação dos gases CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, CO e O<sub>2</sub>. O método utilizado foi o volumétrico com o equipamento Orsat. Foi estimada a quantidade em litros de CH<sub>4</sub> produzido através da diferença da DQO fornecida pela CAESB durante o período de análise que ocorreu entre 17/04/07 a 24/05/07. Para complemento da pesquisa foi calculada a quantidade de CO<sub>2</sub> liberado após a queima dos gases produzidos. Os resultados encontrados foram satisfatórios, atingindo uma média de 11% de CO<sub>2</sub>, 85% de CH<sub>4</sub>, 2% de O<sub>2</sub> e 1% de CO. Já a quantidade de Metano foi de 6046 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/dia e a quantidade de Dióxido de Carbono liberada para a atmosfera foi de 6829 m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub>/dia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reatores Anaeróbios, gás Metano, gás Dióxido de carbono, gás Oxigênio e gás Monóxido de Carbono.

### INTRODUÇÃO

Chernicharo *et al.* (2001) reporta dados amostrados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios em 1996 (PNAD/96) onde 49% do esgoto doméstico produzido no Brasil são coletados em rede pública, sendo que, destes, apenas 32% são tratados, perfazendo cerca de 16% do produzido. Diante destes números, aliados ao quadro epidemiológico e ao perfil sócio-econômico das comunidades brasileiras, verifica-se a necessidade por sistemas simplificados de tratamento dos esgotos.

As diversas características favoráveis de sistemas simplificados, como a baixa produção de sólidos, a simplicidade operacional e o baixo custo, aliadas às condições ambientais no Brasil, onde existe a predominância de temperaturas elevadas, têm contribuído para a instalação dos sistemas anaeróbios de tratamento de esgotos em posição de destaque, particularmente os reatores Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactors (UASB) que os mesmos deveriam ser chamados, na tradução para o português, de Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo (CHERNICHARO *et al.*, 2001).

O reator UASB é um tanque com parâmetros de projeto bem definidos. Um decantador com defletor de gases na sua parte superior promove a separação dos sólidos, líquidos e gases. Condições hidráulicas determinadas através destes parâmetros, levam à formação de um lodo com alta atividade metanogênica e boas características de sedimentação, favorecendo a retenção da biomassa no seu interior (VIEIRA, 1995).



Chernicharo (1997) relata que nos sistemas aeróbios ocorre cerca de 40 a 50% de degradação biológica, com a conseqüente conversão em dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Verifica-se uma grande incorporação de matéria orgânica, como biomassa microbiana, cerca de 50 a 60%, que vem a se constituir no lodo que excede o sistema. O material orgânico não convertido em gás carbônico, ou em biomassa, deixa o reator como material não degradado em torno de 5 a 10%.

Nos sistemas anaeróbios, certifica-se que a maior parte do material orgânico biodegradável presente no despejo é convertida em biogás, aproximadamente 70 a 90%, que é removido da fase líquida e deixa o reator na forma gasosa. Apenas uma parcela pequena do material orgânico é convertida em biomassa microbiana, aproximadamente 5 a 15%, vindo a se constituir no lodo excedente apresentando-se, mais concentrado e com melhores características de desidratação. O material não convertido em biogás, ou em biomassa, deixa o reator como material não degradado em torno de 10 a 30%.

Diante da limitação da DBO do efluente ou, ainda, quando se tem uma baixa capacidade de diluição do efluente da ETE, por parte do corpo receptor, como é muito comum de ocorre, freqüentemente se faz necessário utilizar tratamento aeróbio, como complemento ao anaeróbio. Apenas o uso de sistemas compostos por fossa séptica seguida de filtro anaeróbio ou reator UASB seguido de filtro anaeróbio, torna-se dispensado o uso de sistemas aeróbios para atender o limite de DBO de 60 mg/L, desde que a capacidade de diluição do corpo receptor seja adequada (CHERNICHARO *et al.*, 2001).

Na digestão anaeróbia ocorre à conversão do gás carbônico, do hidrogênio e dos ácidos orgânicos em produtos finais gasosos, o gás carbônico e o gás metano. Esta conversão é efetuada por um grupo especial de bactérias, denominadas formadoras de gás metano, as quais são estritamente anaeróbias. As bactérias metanogênicas dependem do substrato fornecido pelas acidogênicas, configurando, portanto uma interação comensal. Uma vez que as bactérias metanogênicas são responsáveis pela maior parte da degradação dos resíduos, a baixa taxa de crescimento e de utilização dos ácidos orgânicos normalmente representa o fator limitante no processo de digestão como um todo.

Segundo Souza (1995), a máxima remoção de DQO e a máxima produção de gases possível de ser obtida a partir de um determinado resíduo depende do grau de biodegradabilidade da matéria orgânica contida neste resíduo. Quando se conhece a composição química do despejo, é possível prever a quantidade e a composição dos gases que deverão ser produzidos pela sua digestão anaeróbia, simplesmente através da formulação estequiométrica mostrada na Equação 1.



Por outro lado, toda a DQO removida do sistema (alimentação-efluente) é transferida para os gases; visto que o gás  $\text{CO}_2$  não exerce demanda de gás oxigênio, pois já se encontra totalmente oxidado, o que resta é a DQO correspondente ao gás metano de acordo com a Equação 2.



Conclui-se, portanto que 1 g de DQO removida corresponde à produção de 0,35 L  $\text{CH}_4$ , nas condições normais de temperatura e pressão. Assim, é possível, conhecendo-se a DQO do despejo a ser digerido, e após se prever ou medir a produção de gás metano, calcular o consumo de DQO correspondente a este gás e, portanto, estimar a remoção de DQO possível de ser obtida ou vice-versa.

Para Garcia Júnior (1995) o biogás é composto de gases metano, dióxido de carbono, nitrogênio, oxigênio e monóxido de carbono. Sua determinação pode ser realizada por cromatografia a gás ou por um método alternativo que pode ser realizado com o aparelho Orsat. Este aparelho não é tão preciso e nem tão rápido, dependendo do equipamento disponível torna-se pouco seguro para o operador, porém ambos os métodos exigem a calibração com misturas-padrão de gases, nas faixas de concentrações esperadas para as amostras analisadas.

Sabe-se que o gás metano desprende gás dióxido de carbono quando queimado, quando escapa para a atmosfera sem ser queimado é vinte vezes mais eficiente do que o dióxido de carbono para reter a radiação



solar e aquecer o planeta. Portanto, embora constitua menos de duas partes por milhão da atmosfera, pode ter um efeito significativo para o aquecimento global (MCKIBBEN, 1989).

Durante a terceira conferência dos países signatários da Convenção Internacional sobre Melhoria Climática, foi desenvolvido o chamado MDL, visando uma nova abordagem para reduzir a concentração de gases causadores do efeito estufa, principalmente gás CO<sub>2</sub>.

Atualmente as mudanças de temperatura são de cinco a quatorze vezes maiores do que seria esperado com base no teor de gás dióxido de carbono. Esse resultado faz supor que o efeito de aquecimento pode estar associado a outros fatores, como a presença do gás metano, nuvens e vapor de água na atmosfera, entre outros compostos (BRAGA et al, 2002).

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A Estação de Tratamento de Esgotos do Sistema Melchior localizada no km 53 DF 180/BR 060, próximo à cidade satélite de Samambaia, é responsável pelo tratamento de esgoto das cidades de Taguatinga e Ceilândia e futuramente Águas Claras. A ETE Melchior foi construída com capacidade para tratar uma vazão máxima de esgotos de 2.495 l/s e média de 1470 l/s, atendendo a uma população de projeto de 896.799 habitantes.

A estação funciona pelo sistema de lodos ativados, com remoção biológica de matéria orgânica e nutrientes. O tratamento dos esgotos afluentes dar-se-á da seguinte forma: o esgoto, passa pela grade grossa para remoção de todo material grosseiro; passa pelo gradeamento fino que remove a maioria dos materiais que passam pela grade grossa; finalmente o esgoto passa pelo sistema de remoção de areia e espuma, onde fica retido o material arenoso.

Após passar pelo pré-tratamento onde são removidos os sólidos, o esgoto é distribuído, através de caixas vertedoras, por 9 reatores anaeróbios de fluxo ascendente, onde acontece o tratamento anaeróbio, o qual remove boa parte da DBO.

A entrada de esgoto no reator é feito por uma malha de tubulação de diâmetro de 200 mm em PVC perfurando, alimentado o tanque em toda sua extensão. A matéria orgânica do esgoto é consumida pelas bactérias anaeróbias, dando originando 4 subprodutos: o esgoto tratado, o lodo, a espuma (lodo flotado) e o biogás.

O esgoto tratado nos RAFAs é então encaminhado por quatro linhas paralelas para os conjuntos do sistema de lodos ativados, na modalidade denominada sistema de fluxo alternativo (ALVES, 2006).

O sistema biológico de remoção de fósforo será complementado pela possibilidade de dosagem de coagulante químico, para sua precipitação. Após a saída destas unidades, o efluente é conduzido para o emissário de lançamento no Rio Melchior. Os lodos em excesso, produzidos no tratamento biológico anaeróbio e aeróbio, são adensados por sistema de flotação e encaminhados a desidratação por centrífugas, obtendo-se assim uma massa sólida. Além disso, o lodo produzido nos reatores pode ser desviado para uma lagoa de lodo, para seu armazenamento temporário. Os combustíveis produzidos no sistema RAFAs são lançados à atmosfera previamente extintos nos queimadores de gás.

O gás produzido durante a decomposição de resíduos no processo anaeróbio contém Metano e Dióxido de Carbono como componentes principais e em menores quantidades o Hidrogênio, o Hidróxido de Sulfeto, Nitrogênio, Monóxido de Carbono e o Oxigênio. A prática comum é analisar os gases produzidos para estimar o seu valor real e para verificar o processo de tratamento. As proporções relativas de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> são normalmente de maior concentração e o mais fácil de determinar por causa das porcentagens relativamente elevadas destes gases.

Para estimar a quantidade de gás dos Reatores Anaeróbios foi empregado o método volumétrico (APHA – AWWA – WPCF,190) e utilizado o aparelho Orsat.

Esta análise é apropriada para determinar a concentração de gases CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub> e o O<sub>2</sub>. O gás metano foi estimado diretamente pela diferença. Embora o método seja por tempo de consumo, o equipamento é



relativamente simples, pois não é necessário a calibração antes do uso, o equipamento é particularmente apropriado quando as análises não são freqüentemente conduzidas.

O gás foi coletado nos reatores de forma aleatória com uma bomba peristáltica, onde se adaptou um reservatório elastico para captar a amostra.

Os reagentes usados foram: uma solução de Hidróxido de Potássio; um reagente alcalino de Pirogálico; uma solução de Cloreto de Cobre; um líquido de deslocamento.

As amostras coletadas para a análise desde trabalho foram realizadas do dia 17 de abril ao dia 24 de maio de 2007, perfazendo um total de 33 vezes.

Foi transferido de 20 a 30 mL da amostra de gás na bureta através do tubo capilar conectado ao coletor, contendo a solução do líquido de deslocamento, depois expelido à amostra para a atmosfera para remover qualquer outro gás do sistema. Novamente foi transferido 100 mL da amostra na bureta trazendo esta amostra à pressão atmosférica e ajustando o volume nivelado na medida do bulbo e gravado como  $V_1$ .

Removeu o gás  $CO_2$  da amostra passando o gás pela pipeta contendo 125 mL da solução de KOH. Este gás foi transferido para a pipeta com uma vazão de aproximadamente 30 mL/min. passado de volta para a bureta até a retirada de todo o gás ainda presente. Depois foi fechada a válvula desta pipeta e mensurado o volume e mensurado como  $V_2$ .

Removeu o gás oxigênio passando a amostra pelo absorvedor de gás  $O_2$  na pipeta contendo 125 mL da solução do reagente alcalino Pirogálico também a uma vazão de 30 mL/min., após a retirada de todo o gás desta solução foi anotado o volume restante do gás na bureta e anotado como  $V_3$ .

Para a remoção do gás CO também foi passado o restante da amostra do gás pela solução de  $ClCu$ , capaz de absorver o gás CO e depois transferir novamente o gás já passado pela pipeta para bureta até a saída de toda a amostra e quando já fechada a válvula foi feita a leitura e gravada como  $V_4$ .

O gás metano é quantificado de forma direta, pela diferença do restante da amostra de gás.

Para a porcentagem dos gases foram utilizadas as Equações 3 para determinação de gás  $CO_2$ , a Equação 4 para gás  $O_2$ , a Equação 5 para gás CO e a Equação 6 para gás  $CH_4$ :

$$\%CO_2 = \frac{(V_1 - V_2) \times 100}{V_1} \quad (\text{Equação 3})$$

$$\%O_2 = \frac{(V_2 - V_3) \times 100}{V_1} \quad (\text{Equação 4})$$

$$\%CO = \frac{(V_4 - V_3) \times 100}{V_1} \quad (\text{Equação 5})$$

$$\%CH_4 = \frac{V_4 \times 100}{V_1} \quad (\text{Equação 6})$$

Onde:

$V_1$  = Volume inicial da amostra

$V_2$  = Volume da amostra após passado pela solução de Hidróxido de Potássio capaz de absorver o gás  $CO_2$ .



$V_3$  = Volume da amostra depois de passar pelo Ácido Pirogálico onde foi absorvido o gás  $O_2$ .

$V_4$  = Volume restante da amostra após a transferência do Ácido para o  $ClCu$  que absorve o gás  $CO$ .

Para calcular a quantidade de gás metano pela quantidade de DQO presente no reator foi necessário conhecer a quantidade média de DQO e a vazão da Estação Melchior durante o período da análise, sabendo-se que para cada 1 g de DQO removida temos 0,35 L de produção de gás  $CH_4$  (SOUZA, 1995).

Para estimar a quantidade do gás  $CO_2$  após a queima do biogás utilizou-se a produção do gás metano e a quantidade média da porcentagem de gás  $CH_4$  e  $CO_2$ .

## RESULTADOS

Foram coletadas aproximadamente 30 amostras até poder definir o método e fazer as leituras corretamente. Após o período de teste foram coletadas 33 amostras dos 9 RAFAs aleatoriamente no período de 17 de abril a 24 de maio de 2007 e encaminhado ao laboratório para a quantificação das mesmas.

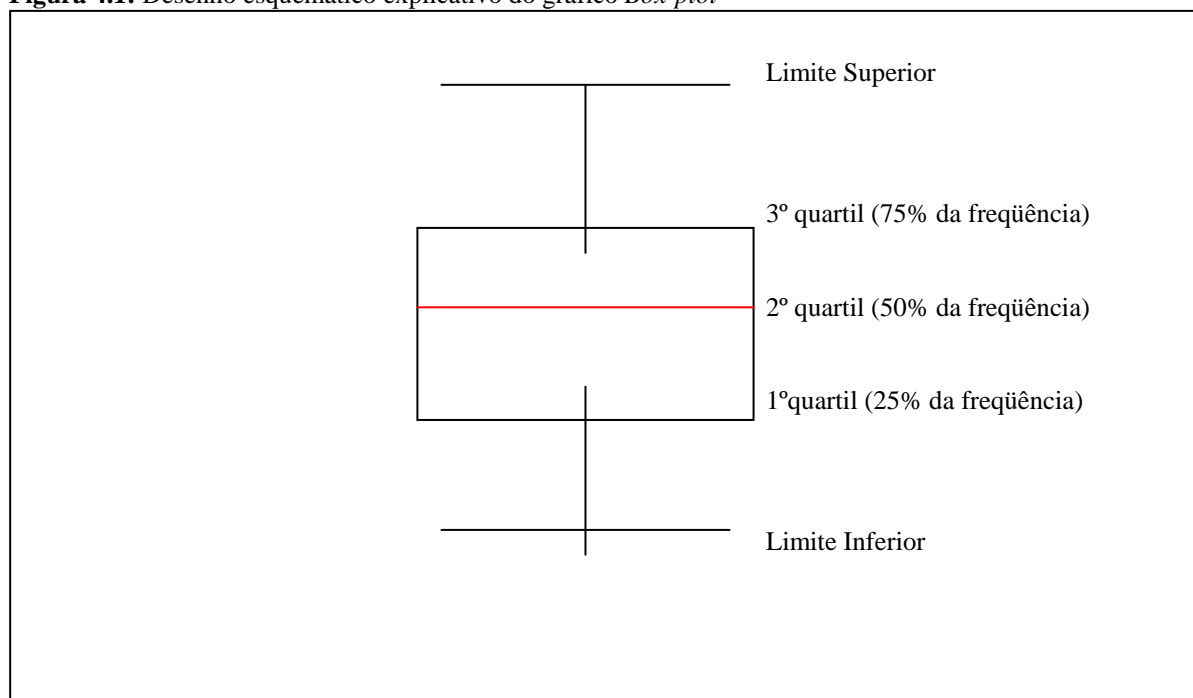
A quantificação dos gases foi representada por meio de gráficos elaborados pelo *Box-plot*.

Escolheu-se representar os dados no gráfico *Box-plot* devido a sua facilidade que traz na visualização das seqüências de dados em forma da distribuição de cada uma das variáveis (FELIZATTO, 2000).

Ele permite apresentar a distribuição de freqüências de uma determinada série de dados. O gráfico é confeccionado da seguinte forma: Cada grupo de dados é representado em um dos quadrados, e nele a linha horizontal vermelha no meio da figura representa a mediana, 50% da freqüência, as linhas do lado de baixo e de cima do retângulo representa o primeiro e terceiro quartis da distribuição, 25% e 75% das freqüências acumuladas como esta representado na Figura 1.

O gráfico *Box-plot* exibe ainda, o menor e maior valor através do limite inferior e superior de linhas retas e verticais originando o primeiro e terceiro quartis (FELIZATTO, 2000).

**Figura 4.1:** Desenho esquemático explicativo do gráfico *Box-plot*

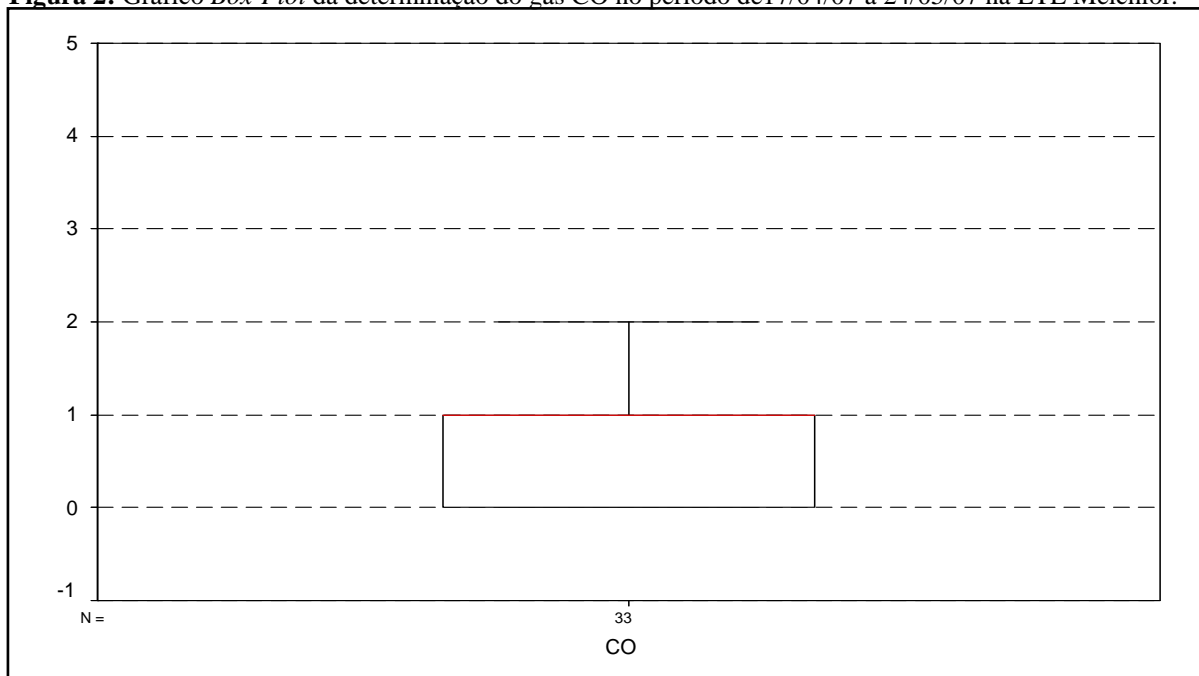


A quantificação do gás  $CO$  nos reatores foi representada na Figura 2 onde pode visualizar com clareza a quantidade de gás  $CO$  no período de análise do reator.



A linha horizontal na cor vermelha representa a maior quantidade de valor no espaço amostral das análises. Os valores localizados no eixo Y representa a porcentagem da quantidade das amostras analisadas e no eixo X aparece a quantidade de amostras coletadas.

**Figura 2:** Gráfico *Box-Plot* da determinação do gás CO no período de 17/04/07 a 24/05/07 na ETE Melchior.

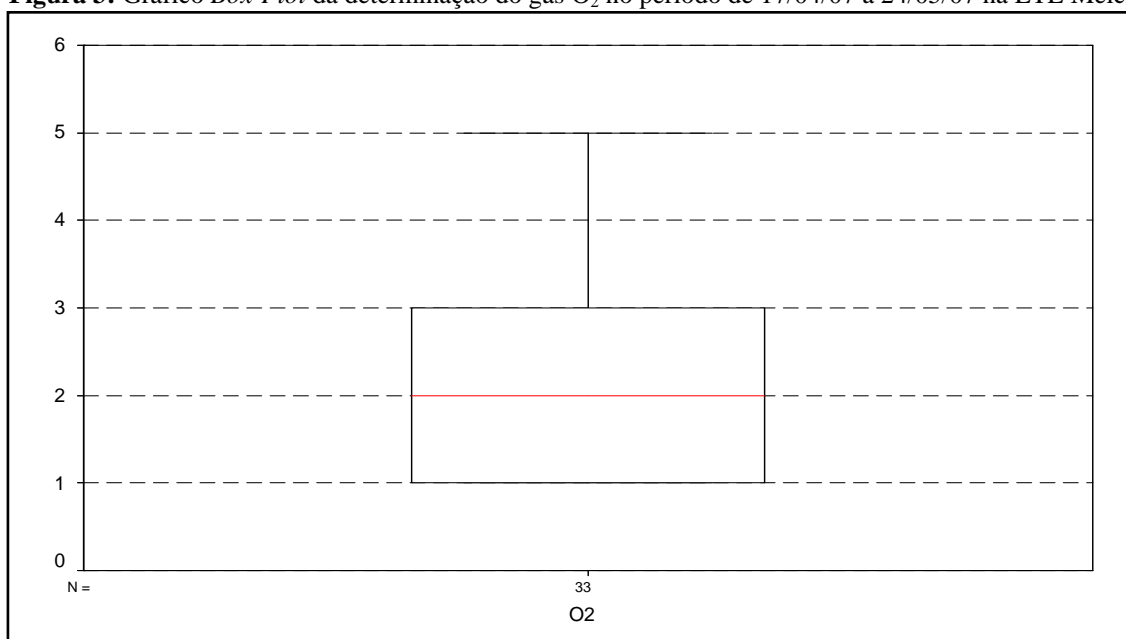


O gráfico *Box-Plot* mostrou em seus resultados a quantidade de 1% de gás CO na frequência de 50%. Uma grande parte das amostras coletadas encontram-se em torno de 0 a 1% durante o período de coleta, sendo que o limite superior encontrado foi de 2% de gás CO e o limite inferior em 0%.

Este resultado condiz com padrões esperado de um reator anaeróbio aonde encontra-se em torno de 1% de gás CO (CHERNICHARO, 1997).

A quantidade de gás O<sub>2</sub> produzida pelo reator encontra-se ilustrada pela Figura 3.

**Figura 3:** Gráfico *Box-Plot* da determinação do gás O<sub>2</sub> no período de 17/04/07 a 24/05/07 na ETE Melchior.



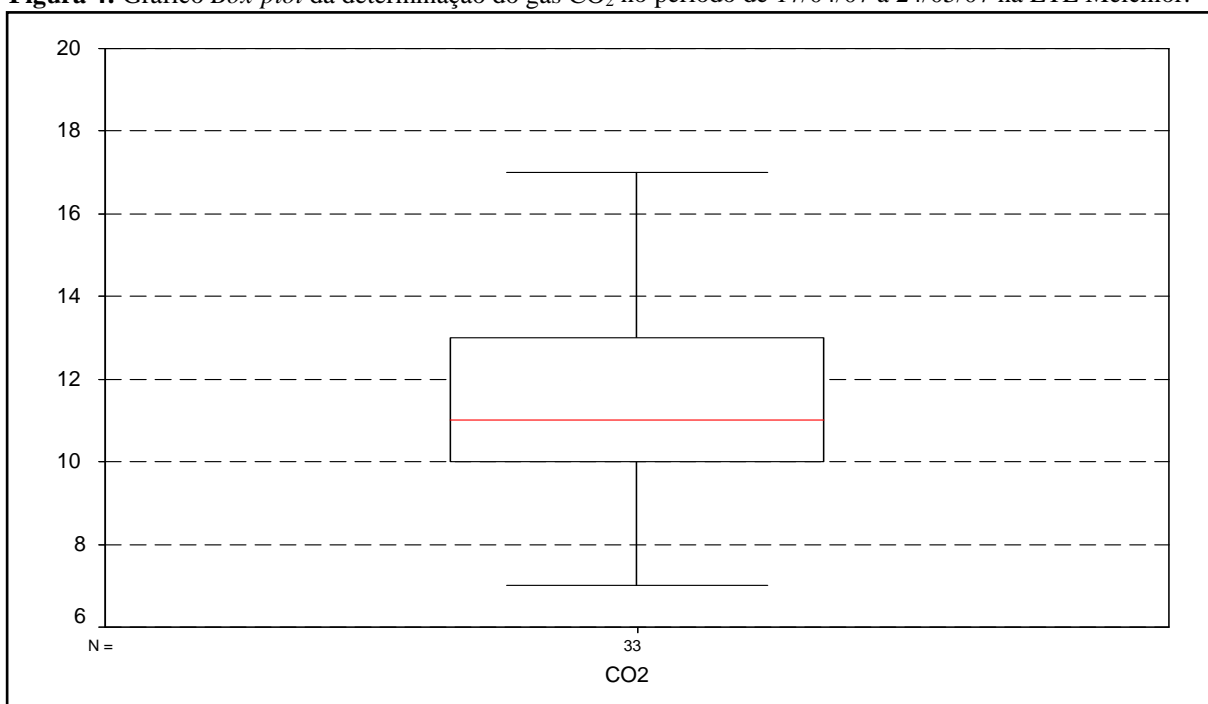


As amostras analisadas encontram-se em maior parte dentro de uma porcentagem de 0 a 3%, sendo que a mediana do resultado é de 2% onde localiza o 2º quartil, o 1º quartil onde se encontra 25% da frequência possui 1% de gás  $O_2$  e o 3º quartil com 75% da frequência possui 3% de gás Oxigênio encontrado, porém, uma das amostras apresentou valor de limite superior igual a 5% de gás oxigênio durante o período de análise o limite inferior foi de 1%.

Os resultados obtidos podem estar pouco acima de outros estudos realizados com reatores, pois estimava-se um valor entre 0 a 2% de gás  $O_2$ . O que pode estar ocorrendo é que existam uma quantidade maior de bactérias produzindo oxigênio do que as esperadas (CHERNICHARO, 1997).

Os dados obtido nos reatores da estação de tratamento para a determinação do gás  $CO_2$  mostra-se ilustrado na Figura 4.

**Figura 4:** Gráfico *Box-plot* da determinação do gás  $CO_2$  no período de 17/04/07 a 24/05/07 na ETE Melchior.



As concentrações de dióxido de carbono nas análises realizadas encontra-se em sua maior parte entre 10% a 13%, sendo que a mediana dos resultados obtidos na frequência de 50% das amostras analisadas durante o período de 17/04/07 a 24/05/07 é de 11%. Algumas amostras foram encontradas concentrações baixas atingindo um limite inferior de 5%, porém outras continham um limite superior de 17% de gás  $CO_2$ . O primeiro quartil com frequência de 25% continha 10% do gás  $CO_2$  e o terceiro quartil com 75% da frequência continha 13% do gás no período da coleta.

Os valores encontrados estão pouco abaixo de valores estimados de reatores, onde no processo de digestão de esgotos domésticos as proporções típicas do gás dióxido de carbono no biogás são de 20% a 30% (CHERNICHARO, 1997). Porém, os resultados são satisfatórios, pois demonstra que os reatores produzem uma grande parcela de gás metano.

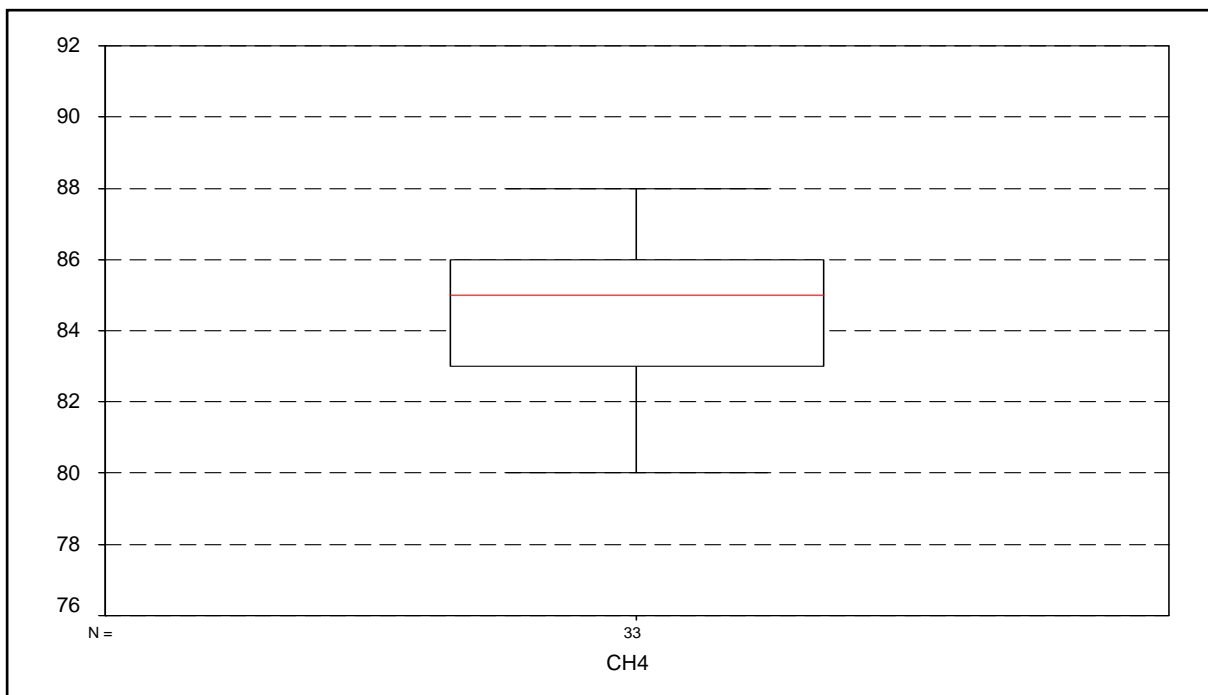
Por outro lado existe a possibilidade do gás dióxido de carbono sair do reator parcialmente dissolvido no efluente líquido, pois é solúvel em água.

A Figura 5 mostra os resultados obtido na análise do gás Metano produzido pelos reatores na estação de tratamento.





**Figura 5:** Gráfico *Box-plot* da determinação do gás CH<sub>4</sub> no período de 17/04/07 a 24/05/07 na ETE Melchior.



Os resultados obtidos para a determinação de gás metano produzido pelos reatores na ETE Melchior encontram-se entre 81% a 86%, sendo que algumas amostras apresentaram um limite inferior de 80% e limite superior de 88% de gás metano. A mediana das amostras que representa a frequência de 50% durante o período de análise foi de 85% de gás metano presente. A frequência de 25% das amostras continha 83% de gás metanos, já em 75% das amostras coletadas durante o período de 17/04/07 a 24/05/07 continha 86% de gás metano.

Chernicharo, 1997, relata um valor entre 70% a 80% de metano no biogás, pois o gás metano produzido no processo de digestão anaeróbia é rapidamente separado da fase líquida, devido a sua baixa solubilidade em água, resultando num elevado grau de degradação dos despejos líquidos, uma vez que este gás deixa o reator com a fase gasosa.

Sabe-se que 1 g de DQO removida corresponde à produção de 0,35 L CH<sub>4</sub>, nas condições normais de temperatura e pressão (SOUZA, 1995). Sendo assim, foi possível equacionar e estimar a produção de metano, pois conhece a DQO do despejo a ser digerido.

Este cálculo foi realizado através da Equação 7 onde a média da DQO<sub>removida</sub> durante o período de análise foi fornecida pela ETE Melchior.

$$\frac{0,35 \text{ L CH}_4}{1 \text{ g DQO}} \times \text{DQO}_{\text{removida}} = \text{Quantidade em L CH}_4 \quad (\text{Equação 7})$$

Sabendo-se que a média da quantidade de DQO<sub>removida</sub> durante o período de 17/04/07 a 24/05/07 foi estimada foi de 292 g DQO<sub>removida</sub> então pode-se a quantificar o gás metano produzido que foi de aproximadamente 102 L CH<sub>4</sub>.

Para se obter o valor produzido por dia pelos reatores usou a Equação 8 onde o dado da média da vazão durante este período foi fornecido pela Estação de Tratamento de águas residuárias do sistema Melchior.

A média desta vazão durante o período das análises foi de aproximadamente 686 l/s, portanto 0,686 m<sup>3</sup>/s e assim utilizar um período de 24h para estimar a quantidade de gás metano por dia.





$$\text{Quantidade em m}^3 \text{ CH}_4 \times Q_{\text{média}} = \text{Quantidade em m}^3 \text{ CH}_4 / \text{dia} \times 24\text{h} \quad (\text{Equação 8})$$

O valor da quantidade de 102 L CH<sub>4</sub> também foi transformada para 0,102 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>, portanto a quantidade do gás metano produzido pelos reatores anaeróbios durante o período de análise foram de aproximadamente 6046 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/dia.

Este valor condiz com o valor do projeto da Estação de Tratamento Melchior onde a produção do biogás nos reatores é em média de 8925 m<sup>3</sup> biogás/dia, sendo que o valor do gás metano é de 6046 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/dia, sabendo-se, portanto que este trabalho estimou apenas a quantidade de gás metano e que este gás encontra-se em maior quantidade nos RAFAs, sendo que neste período foi estimado em 85% de frequência.

Sabe-se que o gás metano após a queima transforma-se em gás CO<sub>2</sub> como mostra a equação estequiométrica expressa na Equação 9.



Para estimar a quantidade de gás CO<sub>2</sub> após a sua queima usou a equação de quantidade de produção em m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/dia calculada através da quantidade de DQO, como o resultado apresentou uma média de 6046 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/dia e sabendo-se que o biogás liberou em torno de 85% durante o período de análise foi possível estimar o valor da quantidade de gás CO<sub>2</sub> após a queima do biogás.

Sabendo-se que 6046 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/dia representa um espaço amostral de 85% do biogás. A mediana do gás CO<sub>2</sub> representado no 2º quartil é de 11% e o valor de 783 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/dia representa o espaço amostral de 11%.

A quantidade de gás CO<sub>2</sub> foi considerado como gás CH<sub>4</sub>, pois após a queima todo gás metano transforma-se em gás dióxido de carbono. Se somarmos estes valores, o valor que representa a estimativa da quantidade de gás CO<sub>2</sub> após a queima do biogás será de aproximadamente 6829 m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub>/dia lançado à atmosfera pelos reatores na Estação de Tratamento de Esgoto Melchior.

## CONCLUSÕES

O presente trabalho estimou a quantidade dos gases produzidos pelos reatores no tratamento de esgoto doméstico da ETE Melchior. Os resultados e as análises efetuadas permitem apresentar conclusões que se seguem:

- Os reatores apresentaram bom desempenho no que se refere às concentrações de gases Monóxido de Carbono, Oxigênio, Dióxido de Carbono e Metano, onde seus valores médios durante o período de análise foi de 1%, 2%, 11% e 85% respectivamente.

- A estimativa da produção de gás Metano a partir da DQO foi de 6046 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/dia.

- A quantidade de gás Dióxido de Carbono lançado para a atmosfera após a queima do biogás é de 6829 m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub>/dia sendo menos prejudicial ao meio ambiente caso não ocorresse à queima deste biogás, já que o metano chega a ser 20 vezes mais nocivo ao planeta.

Alguns projetos de reatores não prevêem compartilhamento de gases, sendo a liberação destes efetuada diretamente para a atmosfera o que não ocorre na Estação. A liberação do biogás de forma descontrolada na atmosfera é detrimental, não apenas pela possibilidade de ocorrência de maus odores junto à vizinhança, mas principalmente pelos riscos inerentes ao gás metano. Dessa forma, o biogás produzido no reator deve ser coletado, medido e posteriormente utilizado e queimado (CHERNICHARO, 1997).

O que ocorre na ETE Melchior é a queima deste gás, porém como recomendação este gás poderia ser aproveitado como co-gerador de energia.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, Rodolfo Francelino. Desempenho do Sistema de Fluxo Alternativo como Pós-Tratamento do Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente – Operação Experimental da ETE Melchior. Universidade Católica de Brasília - UCB, Brasília, DF, Brasil, 2006.
2. BRAGA, Benedito, et al. Introdução a Engenharia Ambiental. São Paulo: Prentice Hall, 2002, 305 p.
3. CERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos, et al. Introdução. 19-34 p. Pós-Tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios. CERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos (coordenador). Belo Horizonte: Projeto PROSAB, 2001, 544 p.
4. CERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos. Reatores Anaeróbios. Vol 5. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1997, 246 p.
5. FELIZATTO, Mauro Roberto. Reúso de Água em Piscicultura no Distrito Federal: Potencial para Pós-Tratamento de Água Residuárias Associado à Produção de Pescado. Brasília, 2000. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade de Brasília, Brasília, 2000. 175 p.
6. GARCIA JÚNIOR, Alcides Dinis. Metodologia Básica para Avaliação de Sistemas de Tratamento de Efluentes Líquidos por Digestão Anaeróbia. 38-59 p. Tratamento de Esgotos e Efluentes Industriais por Digestor Anaeróbio de Fluxo Ascendente. VIEIRA, Sônia Maria Manso (coordenadora). São Paulo: CETESB, 1995, 72 p.
7. MCKIBBEN, Bill. O Fim da Natureza. Tradução de A. B. Pinheiro de Lemos. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1990, 219 p.
8. SOUZA, Marcos Eduardo de. Fatores que Influenciam a Digestão Anaeróbia. 19-36 p. Tratamento de Esgotos e Efluentes Industriais por Digestor Anaeróbio de Fluxo Ascendente. VIEIRA, Sônia Maria Manso (coordenadora). São Paulo: CETESB, 1995, 72 p.
9. VIEIRA, Sônia Maria Manso. Parâmetros do Projeto do Reator UASB. 61-72p. Tratamento de Esgotos e Efluentes Industriais por Digestor Anaeróbio de Fluxo Ascendente. VIEIRA, Sônia Maria Manso (coordenadora). São Paulo: CETESB, 1995, 72 p.
10. APHA-AWWA-WPCF. Standards Methods for the Examination of Water and Wasterwater. American Public Health Association. 20ª Edition (CD-Rom). Washington dc, 1999.