

**II-504 – BALANÇO DE MASSA DE DQO EM REATORES UASB TRATANDO ESGOTO DOMÉSTICO: PARTICIPAÇÃO DO METANO DISSOLVIDO E POSSÍVEIS MINIMIZAÇÕES DESSA PARCELA****Cláudio Leite de Souza<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Civil (UFV). Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG). Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG.

**Carlos Augusto de Lemos Chernicharo**

Engenheiro Civil e Sanitarista (UFMG). Doutor em Engenharia Ambiental pela Universidade de Newcastle upon Tyne – UK. Professor Associado do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Antônio Carlos 6627 – Campus UFMG – Escola de Engenharia – Bloco 2 – 4º andar – Belo Horizonte – MG – CEP: 31270-901- Brasil - Tel: (31) 3409-1017 - e-mail: [claudio@desa.ufmg.br](mailto:claudio@desa.ufmg.br)

**RESUMO**

O balanço de massa de DQO em reatores UASB tratando esgotos tipicamente domésticos é um assunto em aberto, na medida em que alguns processos precisam ser mais bem entendidos. A exemplo da formação e desprendimento do metano dissolvido, que representa uma parcela de fuga da DQO convertida no interior do reator de tratamento, mas para a qual pouco desenvolvimento houve nos últimos tempos. Este trabalho, nesse contexto, explorou mensurações de metano dissolvido, situando a importância dessa parcela no contexto do balanço de massa da DQO afluente, considerando outras parcelas mais tradicionais como o metano recuperado no biogás, como também a própria DQO efluente. Atenção especial foi dada também para a contribuição do gás residual do decantador, o qual incorpora metano em seu conteúdo. Além disso, uma alternativa simples de remoção e recuperação do metano que sai dissolvido no efluente do reator também foi testada. Para tais objetivos unidades experimentais foram exploradas, mais exatamente um reator UASB escala piloto e uma caixa de dissipação recebendo o efluente deste mesmo reator. Os resultados mostraram que o balanço de massa de DQO é bastante influenciado pelo metano dissolvido, sendo que valores tradicionais de DQO recuperada como metano no biogás, 50%, de fato não são alcançados. Também se pode produzir resultados que mostraram como promissora a utilização de uma unidade de dissipação na remoção de metano dissolvido do efluente do reator, possibilitando também a recuperação desse constituinte na fase gasosa.

**PALAVRAS-CHAVE:** reator UASB, metano dissolvido, biogás, tratamento de esgoto doméstico.

**INTRODUÇÃO**

Apesar da recuperação de CH<sub>4</sub> estar bem estabelecida para digestores anaeróbios de lodo, o mesmo não pode se considerar para reatores anaeróbios tratando esgoto tipicamente doméstico, pois nesse contexto quantidades expressivas de metano não podem ser recuperadas dentro do coletor de gases dos reatores porque o efluente das unidades apresenta concentrações próximas ou acima do nível de saturação desse gás na massa líquida (Hartley e Lant, 2006; Souza et al., 2010a), resultando em potenciais perdas substanciais de metano para atmosfera.

No interior do reator UASB, um complexo equilíbrio físico-químico-biológico tende a se estabelecer entre o metano produzido pela atividade biológica, o metano que é transferido para a fase gasosa do separador e o metano que sai dissolvido no efluente em direção à unidade de decantação. A concentração de metano dissolvido nesse efluente, que se direciona para o decantador do reator, em geral, é maior do que a simples saturação dada pela conhecida Lei de Henry (Souza et al., 2010a). A partir do decantador uma nova condição de equilíbrio tende a se instalar e como a concentração de metano na fase gasosa é bem menor do que no interior do separador, seja para o reator aberto ou fechado, parte desse metano poderá a se desprender para a atmosfera do decantador e daí para o exterior. Contudo, ainda boa parte do metano dissolvido pode permanecer na fase líquida e então se desprender no contato do efluente com a atmosfera exterior, seja por meio da sua condução em canais ou tubulações. Conseqüentemente, pode haver taxas elevadas de liberação desse gás para atmosfera nas estruturas hidráulicas que produzem turbulências no fluxo líquido (Campos e Pagliuso, 1999; Souza et al, 2010b).

Nesse contexto, somente o metano recuperado no interior do separador trifásico de reatores UASB pode ser adequadamente gerenciado (queimado ou aproveitado como fonte de energia), sendo que o metano dissolvido no efluente da zona de digestão se constitui um problema, praticamente desprezado até o presente momento. Algumas alternativas para reduzir as concentrações de metano dissolvido do efluente de reatores anaeróbios têm sido alvo de pesquisas, tais como a micro-aeração usando o biogás (Hartley e Lant, 2006) e utilização de reatores de membrana (desgaseificação), mas nenhum desses trabalhos ainda provou completamente tais alternativas como viáveis e efetivas.

*Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a magnitude das perdas causadas pelo metano dissolvido dentro do balanço de massa global para a DQO afluente a um reator UASB tratando esgoto doméstico, assim como investigar a ação de uma simples caixa de dissipação na redução da concentração de metano dissolvido no efluente líquido da unidade.*

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Aparato experimental e fases operacionais

Os experimentos foram conduzidos em um reator UASB na escala piloto (340 litros) instalado no campo experimental CePTS (Centro de Pesquisa e Treinamento em Saneamento) localizado na estação de tratamento de esgoto (ETE) da bacia do Arrudas da COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais). O reator experimental foi alimentado com uma pequena fração do esgoto tomado no canal que antecede o decantador primário da ETE após ser submetido ao tratamento preliminar para remoção de sólidos grosseiros e areia. As Figuras 1 e 2 e a Tabela 1 mostram características do sistema experimental. Os experimentos foram desenvolvidos durante dois períodos, sendo o reator UASB submetido a duas condições operacionais, caracterizadas principalmente pelos diferentes tempos de detenção hidráulica (TDH de 5 e 7 horas). Na Tabela 2 podem ser vistas outras características que ocorreram nas condições operacionais avaliadas.

Outra unidade usada nos experimentos foi uma caixa de dissipação (CD). A CD era uma simples unidade que promovia a queda em seu interior, de cerca de 45 cm, do efluente do reator. Além disso, a mesma permitia que a atmosfera gasosa ficasse confinada, pois era fechada superiormente com uma tampa, e inferiormente permitia que se estabelecesse um selo hídrico por meio de peças hidráulicas de saída do efluente na sua parte externa. Ademais, possuía, além do orifício de entrada do esgoto tratado, outros dois orifícios, os quais permitiam a saída do gás contaminado pelo desprendimento dos gases liberados do efluente, e a entrada de ar limpo da atmosfera exterior. A Figura 2 mostra uma foto da CD. O monitoramento se deu para a CD em série com o reator nas suas duas condições operacionais, ou seja, TDH de 5 e 7 horas.

**Tabela 1: Principais características do reator UASB piloto e da caixa de dissipação**

Características	Reator UASB piloto	Caixa de dissipação
Material	Polipropileno	PVC
Diâmetro (m)	0.30	0.15
Altura (m)	4.00	0.60
Volume útil (l)	360	10.6

**Tabela 2: Condições operacionais e do esgoto para o reator UASB**

Características	Condição operacional 1	Condição operacional 2
Período de monitoramento (d)	190	88
Temperatura do esgoto (°C)	25.1 ± 2.8 (70)*	24.1 ± 2.2 (44)*
DQO afluente (mg.l <sup>-1</sup> )	442 ± 100 (17)*	520 ± 81 (20)*
TDH (h)	5	7
Vazão (m <sup>3</sup> .d <sup>-1</sup> )	1.66	1.25
Velocidade ascendente (m.h <sup>-1</sup> )	0.98	0.70
Carga orgânica (kgDQO.m <sup>3</sup> .d <sup>-1</sup> )	2.12	1.78

\* entre parênteses o número de medições realizadas e consideradas na análise estatística

**Figura 1: Vista do reator UASB em escala piloto****Figura 2: Detalhe da caixa de dissipação instalada após o reator UASB**

### **Amostragem e procedimentos analíticos**

Amostras foram coletadas, em geral, duas vezes na semana em cada condição. Amostras simples eram constituídas em pontos estratégicos na fase líquida, a saber:

- Ponto do efluente imediato do reator, situado após a superfície do decantador, imediatamente após as canaletas de condução do efluente para fora da unidade, antes de qualquer expressiva turbulência do efluente;
- Ponto do efluente final, situado logo na saída da caixa de dissipação, após o efluente ter sido submetido a zonas turbulentas na tubulação de condução e principalmente dentro da caixa de dissipação.

Os procedimentos analíticos para determinação de metano dissolvido foram adaptados dos métodos descritos por Aberto et al (2000) e Hartley e Lant (2006), que se baseiam na amostragem de headspace e cromatografia gasosa. Detalhes dessa adaptação podem ser conseguidos a partir de Souza (2010c).

A produção de biogás foi monitorada em gasômetro Ritter®, modelo TG05, com leitura da quantidade produzida em um dia de operação. Por sua vez, a quantificação do percentual de CH<sub>4</sub> no biogás era desenvolvida com análise via cromatografia gasosa (cromatógrafo Perkin Elmer).

O reator UASB foi dotado de uma tampa que isolava completamente a fase gasosa do decantador. Nessa tampa havia dois orifícios dotados de adaptadores de PVC, um para possibilitar a conexão da mangueira da bomba de exaustão e outro para permitir a entrada de ar do ambiente externo. Ajustava-se a bomba de exaustão para 1,7 l/min.. Por pelo menos 15 minutos, a bomba operava em uma condição de estabilização do processo de exaustão. As amostragens eram pontuais após esse tempo. Então, seringas de gás eram utilizadas na amostragem e conduzidas ao laboratório para análise imediata, por cromatografia a gás, utilizando-se de cromatógrafo Perkin Elmer.

A caixa de dissipação, assim como a exaustão da atmosfera do decantador, era colocada em operação apenas nos dias de coleta, pois o processo a investigar (desprendimento) em sendo físico, não demandava a manutenção biológica. Assim, em dia de coletas, iniciava-se o procedimento com a limpeza da unidade pela introdução de água de torneira. Posteriormente, se conectava a CD em linha com a tubulação que encaminhava o efluente do reator. Na sequência, ligava-se a bomba de exaustão, que era uma bomba peristáltica, operando na vazão de 1,7 l/min.. Por pelo menos 15 minutos, a bomba operava em uma condição de estabilização do processo, com o efluente entrando e saindo do interior da CD. Após esse tempo fazia-se a coleta tanto do gás

residual da CD quanto das amostras líquidas, afluente e efluente à CD. Da mesma forma que para o gás residual do decantador, seringas eram coletadas para se fazer análises cromatográficas do conteúdo de metano em laboratório.

### Cálculos para o balanço de massa

A partir das análises realizadas sobre as amostras tomadas no reator (afluente e efluentes líquidos e gasosos) nos vários pontos de amostragem, desenvolveram-se os cálculos das cargas de DQO (g/dia). Naturalmente que quando se mensurava metano na fase gasosa ou líquida, procedia-se a sua conversão à DQO por meio dos coeficientes estequiométricos conhecidos. A Figura 3 mostra a representação dos pontos de amostragem e das associadas parcelas da DQO calculadas, desde a DQO afluente, DQO no biogás, gás residual do decantador, gás residual da caixa de dissipação, DQO no efluente e DQO de metano dissolvido no efluente do reator e da caixa de dissipação.

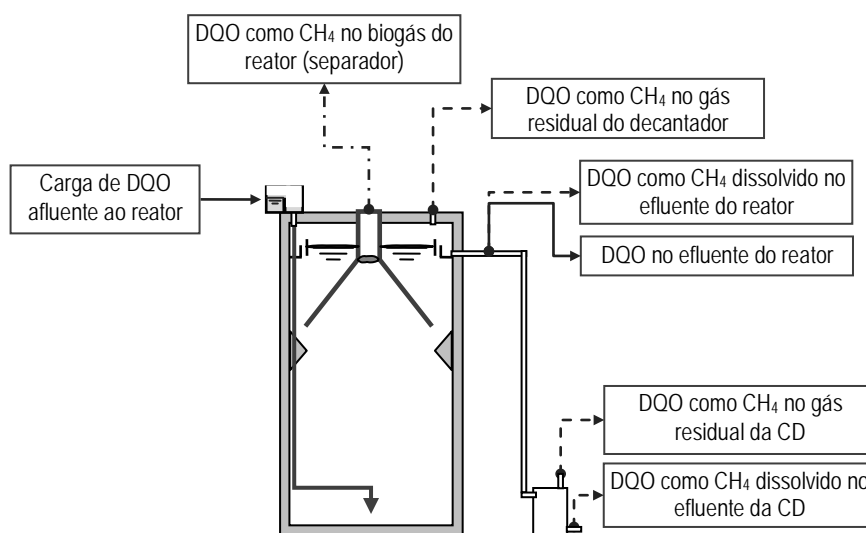


Figura 3: Perfil esquemático do reator com as parcelas calculadas no balanço de massa de DQO

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Condições da operação

A temperatura é fator que influencia especialmente os processos envolvendo gases, sua dissolução (constante da Lei de Henry) e outras características físico-químicas dos gases. Contudo, no presente estudo sua variação foi pequena, como pode ser exemplificado pelos dados de temperatura do esgoto (Tabela 2). Em vários momentos se mediu também temperatura dos gases gerados nos diversos pontos do sistema experimental e sua variação não tendo sido consideravelmente diferente da temperatura de referência 25°C, tomou-se esta de forma generalizada para as considerações desse estudo.

Com relação a outros parâmetros de controle operacional de reatores, como alcalinidade, pH, não houve variações, em relação à normalidade considerada para reatores UASB tratando esgoto doméstico, que pudessem ter sido notadas. Portanto, este estudo apresentou padrões normais de operação e controle para a unidade.

### Resultados das análises

Na Tabela 3 mostram-se as estatísticas descritivas para os parâmetros medidos. Com respeito aos dados de DQO no afluente e no efluente do reator, percebe-se que a eficiência do reator UASB foi maior no maior TDH (7 horas), algo de fato esperado. No que tange à produção de metano associado ao biogás que sai canalizado a partir do separador trifásico do reator, naturalmente no TDH maior a produção foi menor como função da menor carga orgânica afluente ao reator. Por sua vez, para os dados de metano dissolvido nos efluentes, seja no efluente do reator ou no efluente da caixa de dissipação, percebe-se que o CH<sub>4</sub> dissolvido no efluente imediato do reator foi da ordem de 20 mg/l, mas que após o efluente sofrer turbulências e passar pela caixa de dissipação, houve uma queda importante da ordem de 7 mg/l, muito semelhante para as duas condições

operacionais testadas. Para as concentrações de  $\text{CH}_4$  nos gases residuais, percebe-se que as concentrações foram bastante baixas, sempre menores do que 1%, e ainda mais baixas para o gás residual do decantador do reator.

Posteriormente, os dados de cada dia de operação monitorado subsidiaram os cálculos das cargas de DQO, as quais são mostradas na Tabela 4 para quatro parcelas, além da carga afluente, em suas médias e desvios.

**Tabela 3: Estatísticas descritivas dos parâmetros monitorados no afluente, efluentes líquidos e gasosos**

	Parâmetro	TDH (h)	Número de dados	Mediana	Média	Desvio Padrão
Afluente	Vazão (l/d)	5	17	1646	1665	137
		7	20	1243	1247	98
	DQO (mg/l)	5	17	457	442	100
		7	20	506	520	81
Efluente do reator UASB	DQO (mg/l)	5	16	150	145	35
		7	20	150	149	30
	$\text{CH}_4$ dissolvido (mg/l)	5	17	18,2	19,2	2,7
		7	20	20,3	20,1	1,3
	$\text{CH}_4$ biogás (l/d)	5	16	76	76	11
		7	19	70	71	12
	$\text{CH}_4$ gás residual (%)	5	16	0,23	0,23	0,11
		7	19	0,18	0,20	0,06
Efluente da caixa de dissipação	$\text{CH}_4$ dissolvido (mg/l)	5	17	11,6	11,6	2,0
		7	20	13,3	13,5	1,6
	$\text{CH}_4$ gás residual (%)	5	15	0,63	0,66	0,20
		7	20	0,39	0,42	0,10

**Tabela 4: Cargas calculadas para as parcelas do balanço de massa de DQO global**

Condição operacional	DQO afluente (g/d)	DQO efluente (g/d)	Metano medido (gDQO/d)		
			Biogás	Gás residual do decantador	Dissolvido efluente
TDH = 5 h	726,8±164,8	239,4±60,2	181,0±27,1	13,2±6,5	126,7±18,2
TDG = 7h	646,5±99,3	185,9±42,8	169,1±27,9	11,4±3,6	100,0±10,0

### Balanços de massa de DQO global

Pelos gráficos de pizza das Figuras 4a e 4b tem-se o balanço de massa da carga de DQO diária afluente ao reator, entendendo-se que das 4 parcelas quantificadas, parcela convertida a metano saída como biogás ( $\text{CH}_{4\text{biog}}$ ), parcela convertida a metano saída no gás do decantador ( $\text{CH}_{4\text{dec}}$ ), parcela convertida a metano saída dissolvida no efluente do reator ( $\text{CH}_{4\text{efl}}$ ) e parcela não convertida a metano que sai solúvel ou particulada no efluente do reator (Efl.). Além dessas parcelas, a última do balanço engloba uma série de outras parcelas menores, não quantificadas, para completar os 100%. Poder-se-ia citar como contribuintes para parcela

“outros”: DQO utilizada na bioquímica da sulfato-redução e DQO utilizada para crescimento da biomassa que fica retida na zona de digestão do reator, entre outras.

Percebe-se pelos resultados que, em geral, o balanço para as duas condições, 5 e 7 horas de TDH, apresenta configurações semelhantes, sendo que cerca de 25% da DQO afluente é transformada em metano e recuperada no sistema de coleta do separador trifásico ( $\text{CH}_4_{\text{biog.}}$ ). Tal valor pode ser considerado baixo, sobretudo quando comparado com referências que reportam que a expectativa seria de valores maiores, da ordem de 50-70%. Naturalmente que essas referências não se davam conta da parcela convertida a metano e que sai dissolvida no efluente do reator, a qual, para as presentes condições pesquisadas, se aproximaram dos 16% de toda a DQO afluente. De fato, tal valor percentual pode ser considerado bastante expressivo e, sem dúvidas, justifica a motivação para esforços de minimização dessa parcela.

Além disso, existe uma parcela da DQO convertida a metano que, a princípio, se mantém dissolvida quando o efluente adentra ao decantador da unidade, mas que encontra o caminho do desprendimento através superfície líquido-gasosa para a atmosfera interna do decantador. Tal parcela, que teve como agente transportador o gás de exaustão dessa atmosfera, correspondeu a cerca de 2% ( $\text{CH}_4_{\text{dec.}}$ ). Assim, importa destacar que apesar de se provocar uma razoável exaustão da fase gasosa do decantador, apenas uma pequena fração da DQO original é recuperada nessa fase gasosa e eventualmente poderá receber um tratamento e/ou destinação adequada.

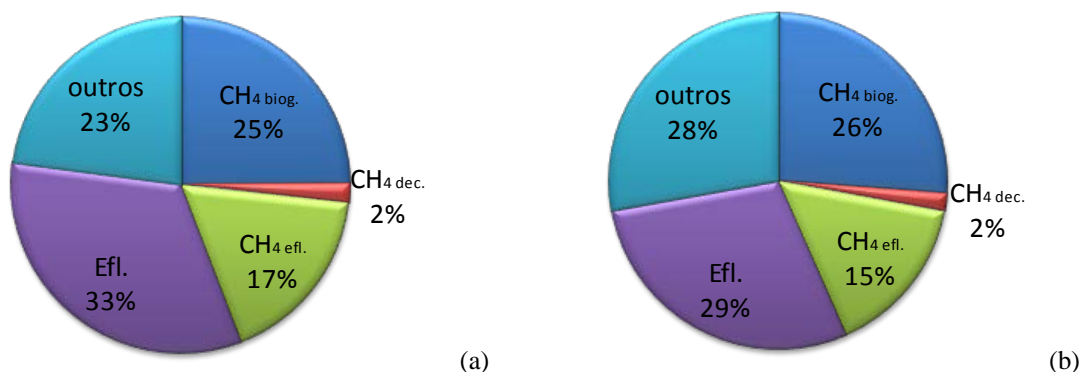
Possivelmente, isso se explique pela dificuldade natural do metano, em função de seu valor da constante da lei de Henry (CLH), de se transferir para a fase gasosa por meio de procedimentos que criem turbulência na fase gasosa, pois segundo a faixa de enquadramento da CLH, o metano teria sua transferência de fase controlada pela turbulência na fase líquida e não na fase gasosa (Souza, 2010c). Portanto, pode resultar dessa análise o entendimento de que, no decantador do reator UASB, ou se cria turbulência na fase líquida ou não se preocupa com a remoção dessa parcela da DQO convertida a metano na atmosfera do decantador, inclusive evitando-se gastos com a exaustão desse compartimento, pois nessa condição praticamente não vai haver transferência de metano para a fase gasosa.

Embora se somando todas as parcelas correspondentes a DQO convertida a metano, mensuradas na presente proposta de balanço, o valor atingido não alcança o predito pelas referências tradicionais. Os resultados mostram que a DQO total afluente seria explicada por no máximo 44% como tendo produzido alguma rota de saída de metano do reator, contra no mínimo 50% da faixa tradicional.

Com relação às parcelas restantes, tem-se a parcela de DQO efluente (Efl.), a qual fica muito perto dos 30% de fato esperados pelas referências científicas. Em geral, inclusive no meio técnico, se espera que o reator UASB remova cerca de 70% da matéria orgânica afluente ou DQO, independente da via transformadora, o que fica confirmado nos balanços calculados nesse estudo. Por fim, a parcela genérica constituída pelo termo “outros” se apresenta bastante expressiva (perto de 25%), portanto, pode-se esperar que haja conversões importantes da DQO afluente em biomassa acumulada, crescimento celular retido, sobretudo, mas também outras contribuições como a da sulfato-redução.

Do ponto de vista comparativo entre os dois balanços, nas diferentes condições operacionais, não se evidencia grande diferença, mas pelo contrário, grande similaridade. Contudo, poder-se-ia especular sobre uma maior saída da DQO afluente com o efluente da unidade no menor TDH, o que seria algo bastante coerente com essa condição hidráulica um pouco mais exigente no que tange à velocidade ascensional, provocando efeito de arraste de sólidos. De outra perspectiva, seria possível a especulação inicial de que uma condição de TDH maior poderia proporcionar menos metano dissolvido e mais metano no biogás.



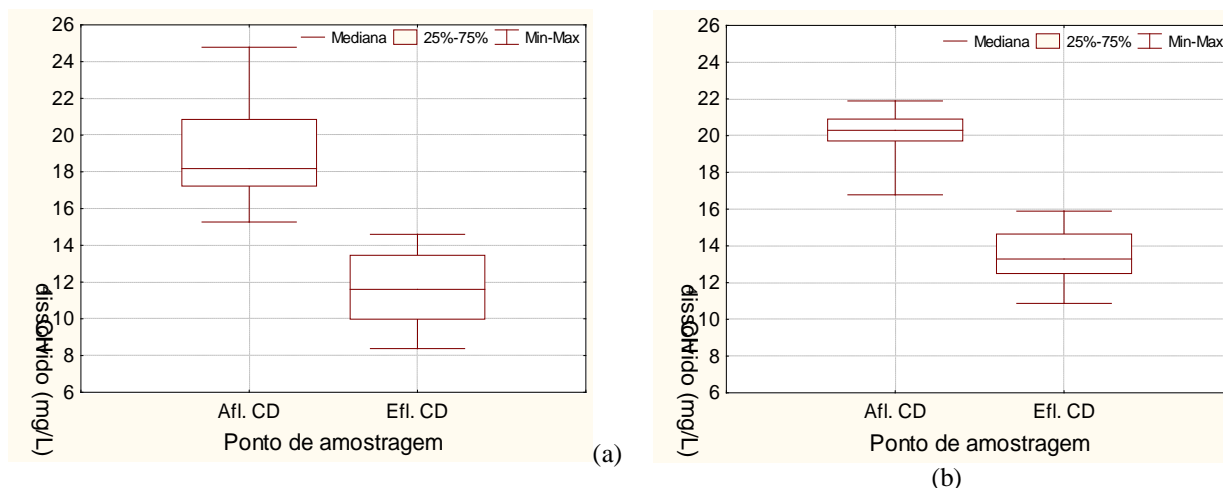


CH<sub>4</sub> biog. – DQO convertida a metano recuperado no biogás  
 CH<sub>4</sub> dec. – DQO convertida a metano recuperado no gás residual do decantador  
 CH<sub>4</sub> efl. – DQO convertida a metano perdida no efluente imediato do reator  
 Efl. – DQO não convertida a metano e perdida com o efluente imediato do reator  
 Outros – DQO convertida a outros produtos, complemento para 100% da DQO afluente

**Figura 4:** Gráficos de pizza para as parcelas consideradas no balanço de massa global de DQO afluente para TDH 5 h (a) e 7 h (b)

### Comportamento da caixa de dissipação

A partir da sua saída do reator, o efluente contendo metano dissolvido afluía diretamente à caixa de dissipação, que com a queda hidráulica no seu interior promovia turbulência na fase líquida, além do ar de exaustão praticado. Pela análise dos gráficos mostrados nas Figuras 5a e 5b, percebe-se que ocorreu uma diminuição evidente na concentração de metano dissolvido comparativamente entre afluente e efluente, para as duas condições operacionais, em geral, de forma muito parecida. Testes estatísticos não paramétricos para amostras pareadas (tipo Wilcoxon) comprovaram, a um nível de confiança de 95%, que tais valores de concentração afluente e efluente são realmente diferentes.



CD: Caixa de dissipação

**Figura 5:** Box-Plot dos resultados de metano dissolvido afluente e efluente da caixa de dissipação: (a) TDH = 5 horas; (b) TDH = 7 horas

Em continuidade, a Tabela 5, além das cargas calculadas, mostra o valor da eficiência de remoção de metano dissolvido da fase líquida como sendo da ordem de 35%. O que pode ser considerado um valor relevante, levando-se em conta que a presente caixa de dissipação se constituiu como uma unidade não otimizada, ou seja, é uma primeira aproximação de configuração para minimizar o problema das perdas da DQO convertida a metano e que tem saída, até o momento, não gerenciável.

Ainda por meio da Tabela 5, têm-se os resultados em termos de carga de DQO constituída a partir do metano recuperado no gás de exaustão da caixa de dissipação. Tais resultados permitem atestar que de fato houve uma transferência de fase, da líquida para gasosa, na medida em que cerca de 75% do metano dissolvido que foi removido ou diminuído da fase líquida, foi mensurado no fluxo gasoso provocado na unidade de dissipação.

**Tabela 5: Remoção e recuperação de metano dissolvido na caixa de dissipação**

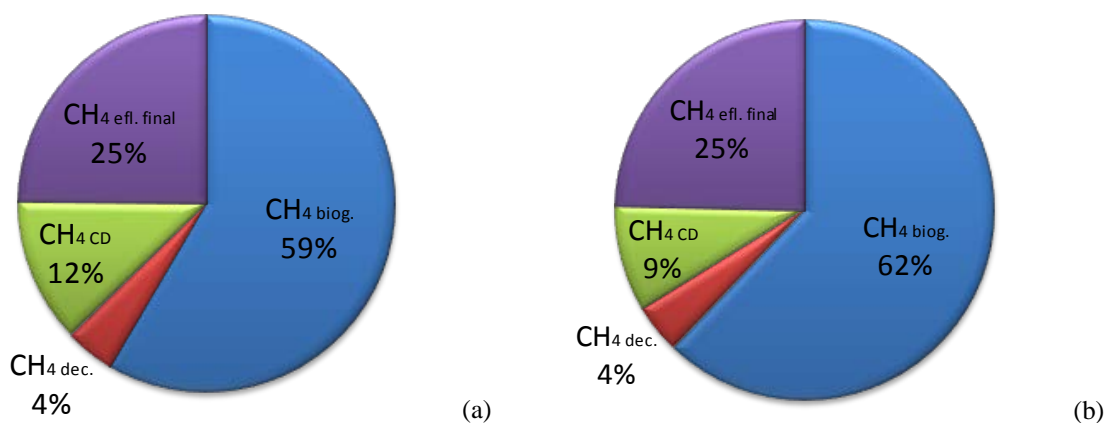
Condição operacional	Metano dissolvido (gDQO.d <sup>-1</sup> )			Metano gás residual	
	Aflente (Efl.)	Eflente (Efl. Final)	Eficiência remoção (%)	Carga (gDQO.d <sup>-1</sup> )	Eficiência recuperação (%)
TDH = 5 h	126,7 ± 18,2	76,8 ± 14,2	39	38,3 ± 11,8	77
TDH = 7h	100,0 ± 10,0	67,1 ± 8,6	33	24,6 ± 5,9	75

### Balancos de massa de DQO metanogênica

Por sua vez, os gráficos de pizza das Figuras 6a e 6b permitem uma visualização da DQO convertida em metano, como 100%, particularizada nas várias parcelas recuperadas e mensuradas nas fases gasosa e líquida.

Como abordado anteriormente, em função de sua constante da lei de Henry, o metano tem como característica que a turbulência na fase líquida é o fator limitante no processo de transferência de fase, portanto, seria de esperar desprendimento mais efetivo na caixa de dissipação do que no decantador, o qual apenas sofria exaustão. Dessa forma, a parcela de metano recuperada como gás na caixa de dissipação foi bem maior, cerca de 11% contra 4% como gás no decantador. Portanto, percebe-se que do metano dissolvido total, o qual representa perda potencial da DQO convertida a metano, consegue-se recuperar uma parte interessante na unidade de dissipação. Contudo, ainda a maior parte continua no efluente da unidade, cerca de 25%, repercutindo ainda em considerável potencial emissão de gás de efeito estufa e considerável perda de potencial de energia.

Por outro lado, nessa condição já se teria um controle de cerca de 75% do metano mensurado, sendo 60% a partir do biogás e 15% dos gases residuais. Portanto, estes cerca de 15% de recuperação representam um adicional relevante que se torna passível de gerenciamento correto, contudo é uma ainda parcela desconsiderada nas atuais estações de tratamento com reatores UASB, as quais não possibilitam a geração e gestão dos gases residuais.



CH<sub>4</sub> biog. – DQO convertida a metano recuperado no biogás

CH<sub>4</sub> dec. – DQO convertida a metano recuperado no gás residual do decantador

CH<sub>4</sub> CD – DQO convertida a metano recuperado no gás residual da caixa de dissipação

CH<sub>4</sub> efl. final – DQO convertida a metano perdida com o efluente final do sistema, após a caixa de dissipação

**Figura 6: Gráficos de pizza para as parcelas consideradas no balanço de massa de DQO convertida a metano para TDH 5 h (a) e 7 h (b)**



## CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

- Da DQO total afluyente a um reator UASB tratando esgoto doméstico, cerca de 25% foi convertida a metano e recuperada na condição de biogás captado pelo separador trifásico.
- Da DQO afluyente, cerca de 16% foi convertida a metano e saiu juntamente com o efluente imediato do reator, constituindo-se considerável perda potencial de valor energético e fonte potencial de emissão de gás de efeito estufa.
- Uma fração pequena da DQO afluyente ao reator foi recuperada juntamente com o gás de exaustão da atmosfera do decantador na forma de metano gás, somente cerca de 2%.
- Comparativamente, a exaustão do gás residual da caixa de dissipação representou uma recuperação bastante interessante em relação ao gás residual do decantador, tendo possibilitado recuperação de cerca de 11% da DQO convertida em metano.
- A turbulência da fase líquida se mostrou ser o diferencial no incremento de remoção de metano dissolvido, sendo que a eficiência atingida atingiu valores próximos a 35% na caixa de dissipação avaliada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBERTO, M. C. R.; ARAH, J. R. M.; NEUE, H. U.; WASSMANN, R.; LANTIN, R. S.; ADUNA, J. B.; BRONSON, K. F. A sampling technique for the determination of dissolved methane in soil solution. *Chemosphere: Global Change Sci.* 2,57-63, 2000.
2. HARTLEY, K.; LANT, P. Eliminating Non-Renewable CO<sub>2</sub> Emissions From Sewage Treatment: An Anaerobic Migrating Bed Reactor Pilot Plant Study. *Biotech. Bio.*95 (3) 384-398, 2006.
3. SOUZA, C. L.; CHERNICHARO, C. A. L.; AQUINO, S. F. Quantification of dissolved methane in UASB reactors treating domestic wastewater under different operating conditions. In: Proc. 12th IWA specialist conference on anaerobic digestion, Mexico, 2010a.
4. SOUZA, C. L.; CHERNICHARO, C. A. L.; MELO, G.C.B. Methane and hydrogen sulfide emissions in UASB reactors treating domestic wastewater. In: Proc. 12th IWA specialist conference on anaerobic digestion, Mexico, 2010b.
5. SOUZA, C. L. Estudo das rotas de formação, transporte e consumo dos gases metano e sulfeto de hidrogênio resultantes do tratamento de esgoto doméstico em reatores UASB. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em saneamento, meio ambiente e recursos hídricos)-Escola de Engenharia-Universidade Federal de Minas Gerais, 2010c.