



## Digestão Anaeróbia

Os tipos de meio biológico interferem diretamente no projeto, na eficiência e no funcionamento dos sistemas de tratamento de efluentes. É no meio biológico que a Matéria Orgânica será “digerida” e, conseqüentemente, o efluente será tratado, ficando pronto para ser destinado. A digestão do lodo pode se dar em

meio aeróbio, onde há presença de ar ou anaeróbio, sem a presença de ar. Esta característica difere completamente os meios entre si, apresentando peculiaridades e tornando seus desempenhos bem diferentes e específicos para cada tipo de sistema ou tratamento.



Tanque de digestão aeróbia (esquerda) pode ser aberto por não emitir mau cheiro, já o de digestão anaeróbia (direita) normalmente é fechado para evitar a emissão direta de odores ao ambiente.

## Sistemas Anaeróbios

Uma das principais características dos sistemas anaeróbios é a baixa geração de lodo, que inclusive ajuda a viabilizar a redução de área de projetos que empregam este meio. A geração de lodo pode ser da ordem de 5 a 15% (DQO) enquanto sistemas aeróbios tendem a gerar de 50 a 60% (DQO). Por não necessitarem de sistemas de aeração, os sistemas anaeróbios normalmente apresentam menor custo de implantação e operação, além de menor consu-

mo de energia. Um aspecto que deve ser levado em conta ao se projetar um sistema de tratamento anaeróbio é a formação de gases ácidos que pode ocorrer. O processo bioquímico do meio anaeróbio tende a ser insuficiente para decompor alguns elementos químicos como o Enxofre por exemplo, resultando na geração de Gás Sulfídrico ( $H_2S$ ) que além de tóxico é o responsável pelo mau cheiro característico destes sistemas.



## A Metanogênese

Outro gás resultante do processo anaeróbio é o Metano ( $\text{CH}_4$ ), também conhecido como Biogás, e pode ser aproveitado como combustível. O Metano é gerado por bactérias presentes no próprio meio, chamadas de bactérias metanogênicas, em um processo denominado metanogênese. Neste processo ácidos voláteis são formados durante a degradação anaeróbia de carboidratos, proteínas e gorduras. Este processo de biodegradabilidade da matéria orgânica presente no esgoto, desde as macromoléculas orgânicas complexas até o biogás, requer a mediação de vários grupos diferentes de microrganismos. A Figura 1 mostra uma representação sugerida por Gujer e Zehnder (1983) para digestão anaeróbia de proteínas, carboidratos e lipídios (a maior parte do material orgânico pertence a esses grupos). Pode-se distinguir quatro partes diferentes no processo global da conversão, descritas a seguir:

### Hidrólise

Neste processo o material orgânico particulado é convertido em compostos dissolvidos de menor peso molecular. O processo requer a interferência das chamadas exo-enzimas que são excretadas pelas bactérias fermentativas. As proteínas degradam-se através de (poli)

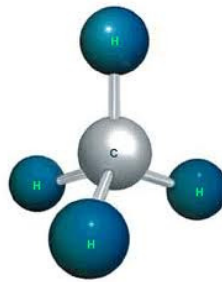
peptidas para formarem aminoácidos; os carboidratos transformam-se em açúcares solúveis (mono e dissacarídeos) e lipídios são convertidos em ácidos graxos de cadeia longa de Carbono ( $\text{C}^{15}$  a  $\text{C}^{17}$ ) e Glicerina. Em particular, a taxa de conversão de lipídios abaixo de  $20^\circ \text{C}$  torna-se muito baixa (O'Rourke, 1968).

### Acidogênese

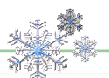
Os compostos dissolvidos, gerados no processo de hidrólise ou liquefação, são absorvidos nas células das bactérias fermentativas e, após a acidogênese, excretadas como substâncias orgânicas simples como ácidos graxos voláteis (AGV), álcoois, ácido láctico e compostos minerais ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , etc.). A fermentação acidogênica é realizada por um grupo diversificado de bactérias, das quais a maioria sendo facultativas, torna-se importante nos sistemas de tratamento anaeróbio de esgoto, porque o oxigênio dissolvido eventualmente presente poderia se tornar uma substância tóxica.

### Acetogênese

A acetogênese é a conversão dos produtos da acidogênese em compostos que formam os substratos para a produção de metano: acetato, hidrogênio e dióxido de carbono. Uma fra-



Representação da molécula de Metano





ção de aproximadamente 70% da DQO originalmente presente converte-se em ácido acético, enquanto o restante da capacidade de doação de elétrons é concentrado no hidrogênio formado. Dependendo do estado de oxidação do material orgânico a ser digerido, a formação de ácido acético pode ser acompanhada pelo surgimento de dióxido de carbono ou hidrogênio.

## Metanogênese



A metanogênese, em geral, é o passo que limita a velocidade do processo de digestão como um todo, embora a temperaturas abaixo dos 20°C a hidrólise possa se tornar também limitante (Gujer e Zehnder, 1983). Metano é produzido pelas bactéria acetotróficas a partir da redução de ácido acético ou pelas bactérias hidrogenotróficas a partir da redução de dióxido de carbono. Tem-se as seguintes reações catabólicas:

(A) metanogênese acetotrófica:  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}_2$

(b) metanogênese hidrogenotrófica:  $4\text{H}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

As bactérias que produzem metano a partir de hidrogênio crescem mais rapidamente que aquelas que usam ácido acético, de modo que as metanogênicas acetotróficas geralmente limitam a taxa de transformação de material

orgânico complexo presente no esgoto para biogás.

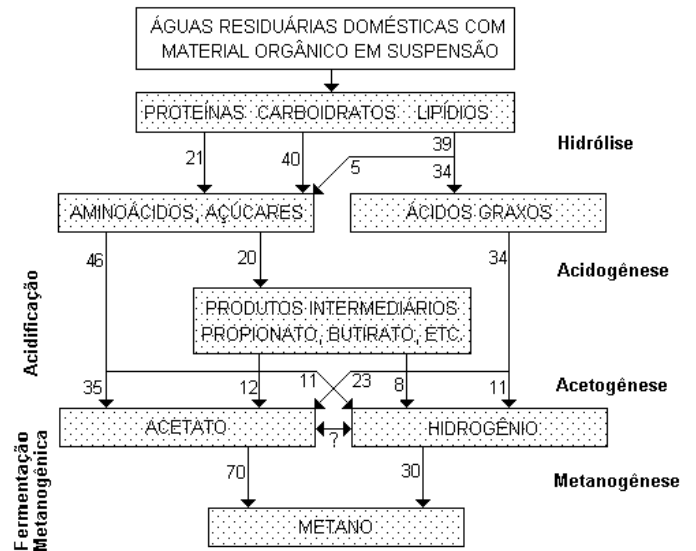


Figura 1—Resumo da sequência de processos na digestão anaeróbia de macromoléculas complexas (os números referem-se a porcentagens expressas como DQO)

Os diferentes grupos de bactérias que transformam o material orgânico afluente têm toda atividade catabólica e anabólica. Desse modo, paralelo à liberação de diferentes produtos de fermentação, há a formação de novas células, dando origem a quatro populações bacterianas no digestor anaeróbio. Por conveniência, muitas vezes os três primeiros processos juntos são chamados de fermentação ácida, que deve ser completada com a fermentação metanogênica.

É importante também, ressaltar a capacidade energética do Metano e o aproveitamento que deve ser feito desta fonte de energia, segundo Vanzin (2009) a geração de metano em depósitos de resíduos sólidos no Brasil é da ordem de



945 milhões de metros cúbicos por ano que, consideradas as perdas energéticas dos motores à combustão, seriam capazes de disponibilizar 2,1 TWh ou seja 2100 GWh, o suficiente para alimentar uma cidade de 3,5 milhões de habitantes.

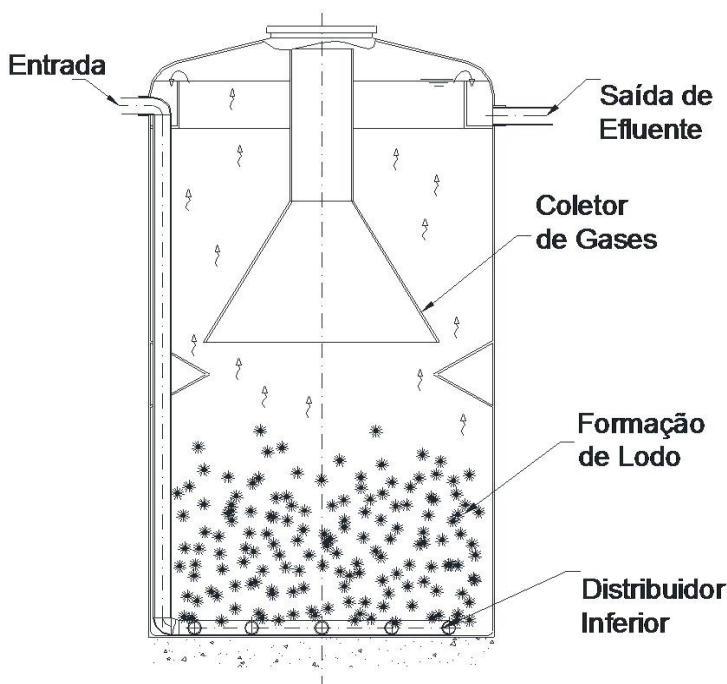


Drenagem de Metano em aterro sanitário

## Sistema UASB

Um sistema anaeróbio bastante utilizado é o UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket* ou *Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente*). Esse tipo de reator de manta de lodo no qual o efluente, em seu movimento ascendente no reator, atravessa uma camada de lodo biológico biodegradador, é frequentemente empregado para tratamento anaeróbio de águas residuárias com baixos teores de sólidos sedimentáveis. O emprego do meio anaeróbio

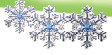
permite que o sistema UASB apresente as vantagens já abordadas dos sistemas anaeróbios com relação à custos e espaços, porém sistemas anaeróbios normalmente necessitam de pós-tratamento, pois apresentam eficiência de 65 a 75% de remoção de DBO e DQO. Sistemas UASB acompanhados de pós-tratamento costumam ser altamente eficientes em remoção de matéria orgânica e espaço físico requerido.



Representação do funcionamento de um sistema UASB. É possível observar o fluxo ascendente do efluente e as entradas e saídas do sistema.



Fontes: [http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/IIseminario/pdf\\_praticas/praticas\\_01.pdf](http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/IIseminario/pdf_praticas/praticas_01.pdf) // Van Haandel e Lettinga, 1994



## ETE Compacta BioProject

As Estações de Tratamento de Efluentes Compactas da BioProject têm desde sua concepção ao seu funcionamento a mais alta preocupação com qualidade e compromisso em atender as necessidades de nossos clientes.

A BioProject tem por princípio a dedicação, atenção, respeito e comprometimento em nossos negócios. Buscando a solução ideal para o tratamento de água e efluentes que você precisa.

### BioProject

Equipamentos Ambientais



Atendimento à Legislação

Eficiência Superior a 95%

Sistema Aéreo ou Enterrado

Não causa proliferação de insetos

Pequena produção de lodo

Operação e Manutenção Extremamente Simples

### ETE Compacta

Conf. NBR 13969

Atende o  
CONAMA 357/05



Reator UASB + Filtro Aeróbio Submerso  
com Sistema de Clarificação

**BioProject** Ind. Com. Equipamentos Ambientais

Tel: +55 (11) 2381-8500 Fax: +55 (11) 2381-8501

[www.bioproject.com.br](http://www.bioproject.com.br)



*Que o Natal seja um tempo de Paz, Respeito, Saúde e Prosperidade. Que possamos ter momentos felizes e refletir sobre o ano que passou e mais um ano que virá...*

*Desejamos também a todos muito Sucesso!!!*

*Estes são os sinceros votos da Equipe BioProject*



*Se interessou?*

*Acesse nosso site e confira nossos últimos editais...*

[www.bioproject.com.br](http://www.bioproject.com.br)

