



## Protótipo de Reator Anaeróbio: Tratamento de Esgoto Doméstico nas Escolas

**Márcia M. Kondo e Vinícius A. M. Rosa**

Este trabalho visa à construção de um protótipo de uma estação de tratamento de esgoto (ETE), a partir de materiais recicláveis, que possa ser confeccionada por alunos do Ensino Fundamental e Médio. Esse modelo consiste em um reator anaeróbio de fluxo ascendente. A eficiência do tratamento pode ser observada pela melhora na aparência do efluente.

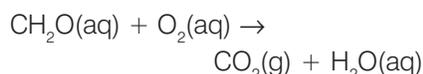
► tratamento de efluente, reator anaeróbio, materiais recicláveis ◀

Recebido em 29/9/06; aceito em 5/7/07

**P**or que é necessário tratar o esgoto doméstico antes de descartá-lo em um corpo d'água receptor como, por exemplo, um rio? A resposta a essa pergunta vem quase sempre associada à necessidade de se destruir os prováveis microorganismos presentes que possam transmitir algum tipo de doença. No entanto, o esgoto doméstico é composto não só por dejetos humanos, mas por toda a água que foi utilizada em uma casa. Possui, portanto, restos de comida, produtos de limpeza, sujeira, gordura e qualquer outro material que é levado pela água.

Grande parte dessas substâncias são consideradas biodegradáveis. O Oxigênio Dissolvido (OD) presente nas águas naturais é o agente oxidante responsável pela decomposição da matéria orgânica. Essa decomposição é catalisada pela ação de microorganismos presentes nos sistemas aquáticos. De forma simplificada, é possível representar essa

degradação a partir da fórmula empírica  $\text{CH}_2\text{O}$  como sendo um carboidrato (Baird, 2002):



O problema com o esgoto surge quando uma quantidade muito grande é lançada sem tratamento, diminuindo muito a quantidade de oxigênio dissolvido, podendo chegar à sua total ausência. Nesse caso, poderá causar a mortandade de vários seres que ali estavam presentes, inclusive de peixes. Assim sendo, um dos principais objetivos de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) é diminuir a quantidade de matéria orgânica presente antes de introduzi-la de volta ao meio ambiente (Baird, 2002).

Existem vários processos pelos quais o esgoto pode ser tratado. Um

dos mais simples é o processo envolvendo reatores anaeróbios de fluxo ascendente (UASB, do inglês *Upflow Anaerobic Sludge Blanket*). No UASB, o esgoto é forçado a passar em fluxo ascendente por uma manta de lodo, composta de grãos ou partículas formados biologicamente. Durante esse processo, são formados gases, principalmente o metano e o  $\text{CO}_2$ . Alguns gases se fixam na superfície desses grânulos, que podem então chegar até o topo do reator. Para separar o gás das partículas biológicas, o reator possui um defletor na parte superior: ao alcançar esse defletor, os gases são coletados na parte superior e as partículas biológicas retornam ao fundo do reator (Metcalf e Eddy, 1991).

**O Oxigênio Dissolvido (OD) presente nas águas naturais é o agente oxidante responsável pela decomposição da matéria orgânica**

### Material

- 4 garrafas de plástico de 5 L;
- Garrafa PET de 2 L;
- Mangueira de chuveiro;
- Peneira de plástico;

A seção "Experimentação no ensino de Química" descreve experimentos cuja implementação e interpretação contribuem para a construção de conceitos científicos por parte dos alunos. Os materiais e reagentes usados são facilmente encontráveis, permitindo a realização dos experimentos em qualquer escola. Neste número, a seção apresenta quatro artigos.

- Bexiga;
- Controlador de fluxo, encontrado em lojas de ferragens;
- Cola quente;
- Arame;
- Lodo anaeróbio de uma estação de tratamento de esgoto; e
- Luvas de borracha ou plástico.

### Procedimento

A montagem completa do sistema de tratamento está apresentada na Figura 1. Para a sua construção, siga os seguintes passos:

Corte 3 garrafões de água a 6,5 cm da base (Figura 2a) e faça um furo de 5 cm de diâmetro no fundo (Figura 2b). Encaixe o topo do garrafão com a tampa na base furada (Figura 2c).

Decantadores: faça um furo a  $\pm 5$  cm de altura e encaixe uma mangueira de chuva, que será conectada à caixa de gordura, no caso do decantador 1, ou ao reator, no caso do decantador 2 (Figura 2d). Coloque um controlador de fluxo ( $0,5$  a  $1,0 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$ ) entre o decantador 1 e a caixa de gordura. Passe cola quente para vedar as conexões.

Caixa de gordura: corte uma garrafa PET no formato de uma barca (Figura 3) e cole 2 pedaços da parte recortada de tal forma a bloquear a gordura na superfície. Faça um furo

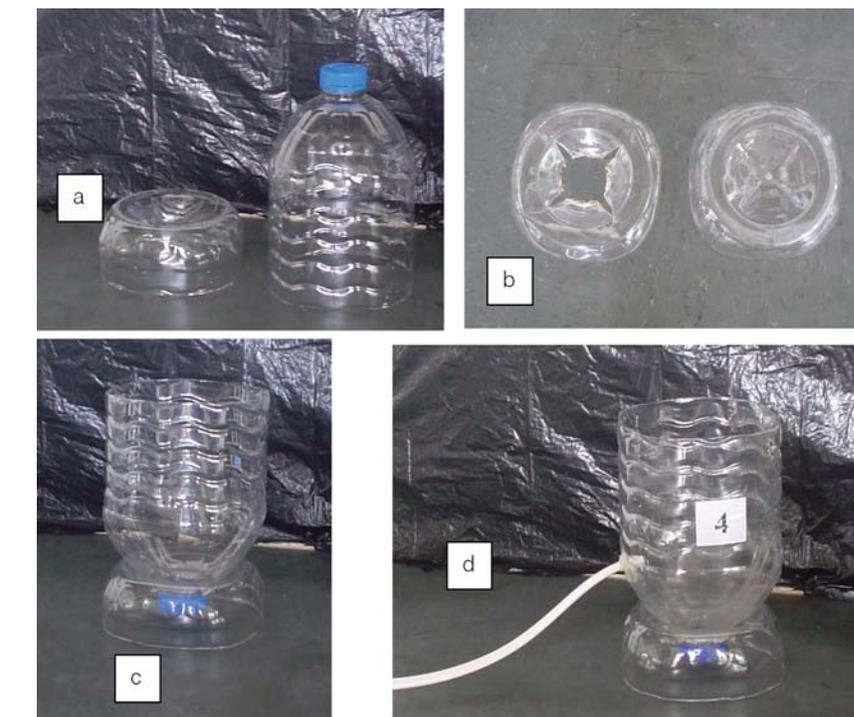


Figura 2: Ilustração para a construção dos decantadores, com o primeiro corte a 6,5 cm da base; (b) recorte do fundo com 5 cm de diâmetro; (c) encaixe das duas partes e (d) encaixe da mangueira de chuva.

no fundo da garrafa a uns 2 cm de altura e conecte uma mangueira que levará o efluente para o reator.

Reator UASB: cole o defletor na parte superior, a uns 8 cm do topo, feito de um pedaço de outro frasco cortado a 3,5 cm de altura a partir do fundo com um furo de 10 cm de

diâmetro (Figura 4a). Corte mais um frasco a 6,5 cm do topo para construir o coletor de gás (Figura 4b). Amarre 3 fios de arame de tal forma que este possa ser encaixado no topo do reator UASB sem que se encoste em nenhuma outra parte deste (Figura 4c).



Figura 1: Protótipo de uma ETE contendo (1) grade e um decantador primário, (2) caixa de gordura, (3) reator anaeróbio de fluxo ascendente UASB e (4) decantador secundário.

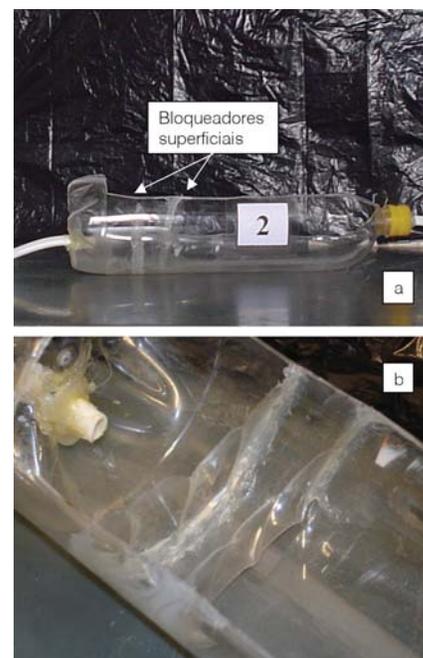


Figura 3: Ilustração da construção da caixa de gordura: (a) visão lateral e (b) visão detalhada dos bloqueadores superficiais.

Faça um furo a 3 cm do topo para encaixar um tubo de mangueira que será conectado ao segundo decantador (Figura 4d). Faça um furo na tampa que está na parte de baixo (Figura 4d) e encaixe a mangueira vinda da caixa de gordura, para que o esgoto entre no reator por baixo, devido à gravidade, e tenha fluxo ascendente. Para finalizar, remova a tampa do coletor de gás e coloque uma bexiga ou faça um furo nela, encaixe uma mangueira e coloque a bexiga. Essa parte vai depender do tamanho de bexiga a ser utilizada (Figura 4e). A manta de lodo anaeróbio deve ser colocada a um volume que não ultrapasse 1/3 do reator. Essa manta pode ser adquirida em uma ETE ou uma indústria que utilize o sistema de tratamento UASB. No presente trabalho, a manta de lodo foi cedida por um matadouro-frigorífico bovino localizado na cidade Itajubá, MG.

Para se realizar o tratamento, transfira para o primeiro decantador aproximadamente 3 L de efluente doméstico, coletado em algum ponto de descarte, passando pela peneira para remover resíduos sólidos. Continue adicionando efluente até que o sistema esteja funcionando por completo. Caso não seja possível utilizar esgoto doméstico, o experimento pode ser realizado empregando-se uma solução aquosa diluída contendo algum tipo de corante alimentício. Nesse caso, será observada a remoção da coloração inicial pelos microorganismos presentes no reator.

### Cuidados importantes

O esgoto doméstico pode conter microorganismos patogênicos, ou seja, microorganismos capazes de transmitir doenças ao ser humano. Portanto, é importante que durante a sua coleta e seu manuseio sejam tomados alguns cuidados como utilizar luvas e lavar bem as mãos com sabão e algum tipo de desinfetante após qualquer contato com o esgoto. É importante salientar que os desinfetantes, caso entrem em contato com a manta do reator, podem matar os microorganismos responsáveis pela biodegradação, inviabilizando o expe-

rimento.

### Resultados e discussão

Para se quantificar a eficiência do reator, na biodegradação da matéria orgânica presente no efluente doméstico, é necessário realizar várias análises. Uma delas é a quantificação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Esse valor indica a quantidade de OD necessária para que os microorganismos realizem a biodegradação. Um valor muito alto significa que o efluente possui uma concentração de matéria orgânica também alta. A eficiência do reator UASB pode ser comprovada por meio da diminuição do valor da DBO do efluente após o tratamento.

Uma análise de DBO pode ser um

**O esgoto doméstico pode conter microorganismos patogênicos, portanto, é importante que durante a sua coleta e seu manuseio sejam tomados alguns cuidados como utilizar luvas e lavar bem as mãos com sabão e algum tipo de desinfetante após qualquer contato com o esgoto**

tanto quanto difícil de ser realizada em algumas escolas, uma vez que é necessária uma incubadora a temperatura de 20°C, além de um analisador de OD. No entanto, para fins demonstrativos, o resultado pode ser verificado visualmente, na diferença da aparência e do odor entre o efluente bruto e o tratado.

Em laboratório, comprovou-se a eficiência desse sistema, no qual, após o esgoto ter sido tratado, a remoção da matéria orgânica presente atingiu 85%. Este estudo foi realizado comparando-se o valor da DBO do esgoto tratado em relação ao bruto.

Enfatiza-se, por fim, a necessidade de se remover o óleo, uma vez que este pode formar uma película protetora ao redor dos

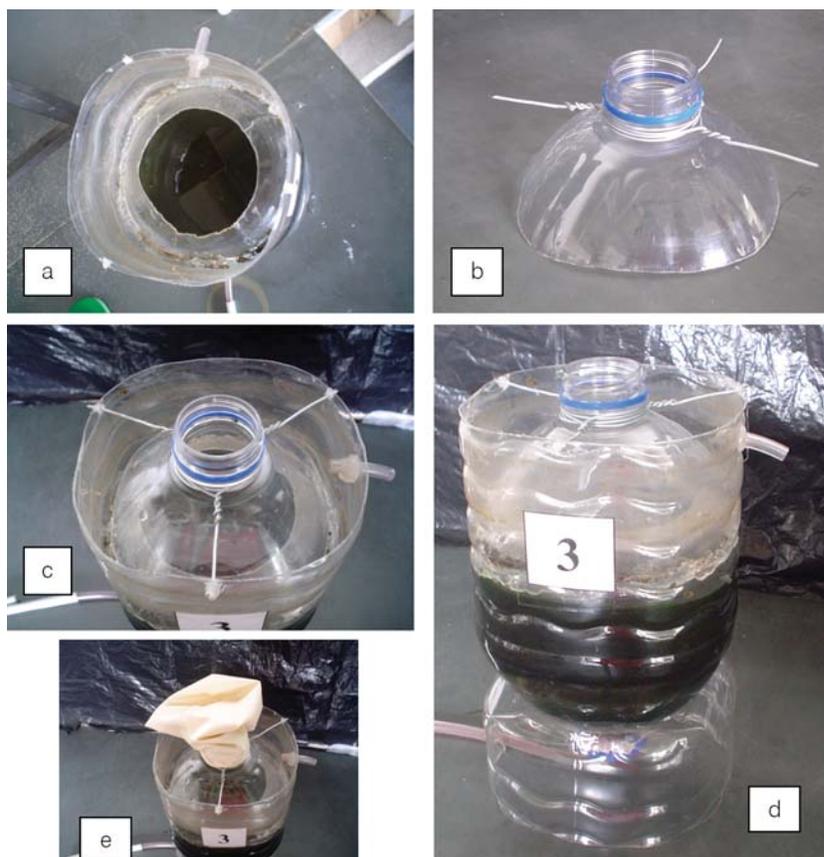


Figura 4: Ilustração da construção do reator UASB contendo do (a) defletor; (b) o coletor de gás (c) encaixado no topo do mesmo; (d) uma mangueira que leva o esgoto tratado ao segundo decantador e (e) a bexiga coletora de gás.

microorganismos biodegradadores presentes no reator, diminuindo a eficiência do tratamento. O óleo coletado deve ser descartado como resíduo sólido, enviando-se a um aterro sanitário para ter uma destinação final mais adequada.

### Conclusões

Esse trabalho pode auxiliar muito na aprendizagem de alunos não apenas de escolas do Ensino Fundamental ou Médio, mas também aos de Graduação, que podem ver na prática como funciona o tratamento de águas residuárias numa ETE. Devido ao modelo utilizar materiais reciclá-

veis, seu custo é baixíssimo, podendo ser facilmente confeccionado pelos próprios alunos. Os resultados obtidos mostraram que o sistema possui total aplicabilidade na engenharia de tratamento de efluentes, visto que a eficiência deste chegou a 85%.

**Márcia Matiko Kondo** (mmkondo@unifei.edu.br), química e mestre em química analítica pela UNICAMP, Ph.D. em Engenharia Ambiental pela Universidade de Delaware (EUA), pós-doutorado em química ambiental pela UNICAMP, é professora na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). **Vinícius Andrade de Medeiros Rosa** (viny\_b2@yahoo.com.br) é aluno de engenharia hídrica na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), bolsista IC pela FAPEMIG/PROBIC.

### Referências

BAIRD, C. *Química Ambiental*. Trad. A.M.L.Receio e L.C.M. Carrera, 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.  
METCALF e EDDY INC. *Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse*. 3ª ed. Nova York: MacGraw-Hill International Editions, 1991.

### Para saber mais

FADINI, P.S.; FADINI, A.A.B. Lixo: desafios e compromissos. Em: Giordan, M.; Jardim, W.F. (Eds.). *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola (Meio Ambiente)*, n. 1, p. 9-18, 2001  
GUIMARÃES, J.R.; NOUR, E.A.A. Tratando nossos esgotos. Em: Giordan, M. e Jardim, W.F. (Eds.). *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola (Meio Ambiente)*, n. 1, p. 19-30, 2001

**Abstract:** *Prototype of an Anaerobic Reactor: Treatment of Domestic Wastewater at Schools.* This work is an attempt to build a prototype of a wastewater treatment plant using recyclable materials, which can be manufactured by students of elementary and high school. This model consists in an upflow anaerobic reactor. The efficiency of the treatment can be observed through the improvement in the appearance of the effluent.

**Keywords:** wastewater treatment, anaerobic reactor, recyclable materials

### Assessores QNESC - 2007

Gostaríamos de agradecer aos assessores que colaboraram, ao longo de 2007, emitindo pareceres sobre os artigos submetidos para publicação em *Química Nova na Escola*:

Adhemar Ruvolo Filho – DQ/UFSCar  
Aécio P. Chagas – IQ/UNICAMP  
Agustina R. Echeverría – UFG  
Alfredo L. M. L. Mateus – UFMG  
Alfredo Maiorano - IPT  
Alice R. C. Lopes – DQ/UERJ  
Andréa H. Machado – DQ/UFMG  
Arnaldo A. Cardoso – IQ/UNESP  
Bayardo B. Torres – IQ/USP  
Carlos A. L. Filgueiras – IQ/UFRJ  
Carlos A. Marques - UFSC  
Carlos Peixoto – UNIJUÍ  
Carmen Fernandez – IQ/USP  
Clodoaldo Saron – EEL/USP  
Décio Auler - UFSM  
Eduardo Bessa – IQSC/USP  
Eduardo Galembeck - UNICAMP  
Eduardo Terrazan - UFSM  
Ernani Maletta  
Eva T. Boff – UNIJUÍ  
Fábio Merçon – DQ/UERJ  
Fernando Coelho – IQ/UNICAMP  
Gerson de S. Mól – IQ/UnB  
Glaura G. Silva - UFMG  
Helder de Figueiredo e Paula

Joana M. T. Santos – DQ/UERJ  
Joaquim de A. Nóbrega – DQ/UFSCar  
Joice A. de Baptista – UnB  
José A. Rodrigues – IQ/UNICAMP  
José Carlos Marconato – FC/UNESP  
José de A. Simoni – IQ/UNICAMP  
José Glauco Ribeiro – UENF  
José Luis de P. B. da Silva – UFBA  
Kátia F. Baggio - URI  
Laércio Ferracioli – UFES  
Lauro T. Kubota – IQ/UNICAMP  
Mansur Lutfi – UNICAMP  
Mara Braibante – UFSM  
Marcelo Eichler - UFRS  
Marcia Murta – IQ/UnB  
Maria da Graça Nascimento - UFSC  
Maria de Lourdes Belinasso - UNIJUÍ  
Maria Emília C. de C. Lima – UFMG  
Maria Inês P. Rosa – UNICAMP  
Maria Valnice B. Zanoni – IQ/UNESP  
Marli D. Frison - UNIJUÍ  
Márlon H. F. B. Soares – UFG  
Maurivan Ramos – PUC/RS  
Murilo Cruz Leal – UFSJ  
Nelson R. R. Bejarano - UFBA

Nivaldo Baccan – IQ/UNICAMP  
Orlando Fatibello Filho – DQ/UFSCar  
Patrícia B. Di Vita – IQ/USP  
Patrícia F. L. Machado - UnB  
Paulo A. Porto – IQ/USP  
Paulo A. Suarez – IQ/UnB  
Paulo C. Pinheiro - UFSJ  
Paulo S. L. Beirão - UFMG  
Per Christian Braathen – UFV  
Pedro F. dos Santos Filho – IQ/UNICAMP  
Regina M. de A. Neves - IMES  
Rejane M. G. da Silva – UFU  
Ricardo Gauche – UnB  
Roberta L. Ziolli – PUC/RJ  
Roberto Sallai  
Rochel M. Lago – UFMG  
Ronaldo Nagem – CEFETMG  
Roque Moraes – PUCRS  
Rosária Justi – DQ/UFMG  
Rosenira S. da Cruz - UESC  
Sebastião Fonseca – IQ/UNICAMP  
Soraia F. Lobo - UFBA  
Sueli T. F. Martins – UNESP  
Vânia Passa – UFMG