

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA PRODUÇÃO DE BIOGÁS RESULTANTE DA DIGESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS DOMÉSTICOS

Karina Babinski, Angela Laufer, Camilo F. M. Morejon
(Orientador/UNIOESTE), e-mail: camilo@unioeste.com.br

Universidade Estadual do Oeste do Paraná / Centro de Engenharias e
Ciências Exatas / Engenharia Química

Palavras-chave: Biodigestor, resíduo orgânico, monitoramento

Resumo:

Este estudo tem como objetivo o estudo da influência da temperatura na produção de biogás resultante da digestão de resíduos orgânicos domésticos. A metodologia contemplou as seguintes etapas: revisão da literatura, identificação das variáveis e parâmetros, elaboração de tabelas e roteiros, coleta de dados (pesquisa de campo), desenvolvimento/implementação de um banco de dados, tratamento dos dados e apresentação de resultados para análise e posterior diagnóstico operacional. Os resultados devem auxiliar no desenvolvimento de tecnologia, para amenizar o impacto negativo resultante da crescente geração de resíduos sólidos urbanos da atividade doméstica.

Introdução

A natureza possui determinada capacidade de absorver os impactos negativos que ocorrem no planeta, mas, geralmente essa capacidade tem se mostrado insuficiente para assimilar todos os impactos provocados pela geração de resíduos advindos da atividade humana, principalmente, considerando o crescente aumento do volume de sua produção (CHADWICK e NILSON, 1993).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da Norma Técnica Registrada (NBR) 10004 (2004), define “Resíduos sólidos” como:

“Resíduos no estado sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes dos sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como, determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível.”

O tratamento biológico demonstra-se como um dos métodos mais vantajosos para maximizar a reciclagem e a recuperação dos componentes tratados. A digestão anaeróbia da fração orgânica de resíduos sólidos urbanos, especialmente resíduos alimentares, constitui-se em uma alternativa muito atraente e em uma tecnologia rentável (DE BAERE, 2000), sendo considerada comercialmente a principal opção de tratamento e reciclagem da biomassa de resíduos, além de despertar interesse do ponto de vista ambiental (BOUALAGUI et al., 2004). Neste processo, microorganismos anaeróbios digerem o material orgânico para produzir principalmente o metano, que pode ser coletado e utilizado como combustível (biogás) para aquecimento e/ou para produzir eletricidade. Além disso, o resíduo sólido estabilizado, denominado biofertilizante, pode ser utilizado como um excelente condicionador de solo devido ao alto conteúdo nutritivo (ANGENENT, SUNG E RASKIN, 2002; CHYNOWETH, OWENS E LEGRAND, 2001; EDELMAN, SCHLEISS E JOSS, 2000; GROMMEN E VERSTRAETE, 2002).

Segundo Mata-Alvarez, Macé e Llabrés (2000), a digestão anaeróbia de resíduos sólidos constitui-se em uma tecnologia madura nos países da comunidade européia e para sua aplicação aqui no Brasil, deve-se considerar vários fatores, entre esses o custo envolvido na compra do sistema de digestão anaeróbia de resíduos sólidos, possível ineficiência devido a diferenças nas condições operacionais, e avaliação das características qualitativas e quantitativas dos resíduos.

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, nos 5507 municípios brasileiros, são gerados diariamente cerca de 126 mil toneladas de resíduos sólidos, deste total, em termos de quantidade, 47,1% são dispostos em aterros sanitários, 22,3% em aterros controlados e 30,5% em lixões. Já em termos de destinação em número de municípios, os resultados são mais desfavoráveis, 63,6% são destinados a lixões, 13,8% a aterros sanitários, 18,4% a aterros controlados e 5% dos municípios não informaram a destinação dada a seus resíduos.

Do ponto de vista ambiental, verifica-se um aumento da preocupação com o meio ambiente, em especial, com o uso, destino e aproveitamento dos resíduos em geral. Do ponto de vista tecnológico, verifica-se a necessidade de quantificar e qualificar a crescente geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos para subsidiar o desenvolvimento de métodos, processos e/ou tecnologia com características de sustentabilidade ambiental, econômica e social. Nessa última fase o monitoramento operacional é fator fundamental para avaliar a viabilidade de implementação na prática.

Neste contexto o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da temperatura na produção de biogás resultante da digestão de resíduos orgânicos domésticos, a fim de otimizar o processo de biodigestão.

Materiais e Métodos

Elemento de análise

Na Figura 1, pode-se visualizar o sistema de biodigestão - Modelo UNIOESTE, que compreende onze reatores dotados de sistemas de agitação, purificação do produto gasoso, bolhômetros e sistema para captação/transporte dos produtos gasosos. O sistema está instalado num espaço a céu aberto para receber a influência da energia solar, simulando desta forma o funcionamento do sistema nas condições reais de operação.

Metodologia

O trabalho contemplou várias etapas, assim, uma revisão da literatura visando à identificação de trabalhos similares que permitam fazer a comparação de resultados, bem como para a identificação de variáveis e parâmetros críticos inerentes ao objeto de estudo. Também foram elaboradas tabelas e roteiros, para que a coleta de dados pudesse ser realizada adequadamente.

Após a montagem do protótipo seguido do carregamento (Figura 2) com uma fração orgânica padronizada de resíduos, conforme discriminado na Tabela 1 (MOREJON et al., 2008), este resultante de um diagnóstico ambiental que visou à identificação do potencial de geração de resíduos da atividade urbana doméstica (LAUFER et al., 1008), iniciou-se o monitoramento e correspondente coleta de dados inerentes a operação do sistema em questão.

Este monitoramento (Figura 3) ocorreu ao longo de doze horas diárias (das 6:00 as 18:00 horas) em diversas condições climáticas durante um período de um mês, na Unioeste campus Toledo – Paraná. Foram considerados no monitoramento os possíveis vazamentos e, principalmente, observações referentes às condições do tempo, temperatura ambiente, temperatura da parede externa do reator e quantidade de biogás produzida.

Em paralelo desenvolveu-se um banco de dados o qual foi alimentado com os dados resultantes do monitoramento.

Assim, pode-se realizar o tratamento dos dados e apresentá-los em forma de tabelas e gráficos, para efeito de análise e posterior diagnóstico operacional.

Desta forma, pretende-se contribuir com a avaliação da influência da temperatura na produção de biogás resultante de resíduos sólidos orgânicos domésticos.



Figura 1 – Sistema de Biodigestão alternativo - Modelo UNIOESTE



Figura 2 – Alimentação/carregamento do resíduo orgânico doméstico.

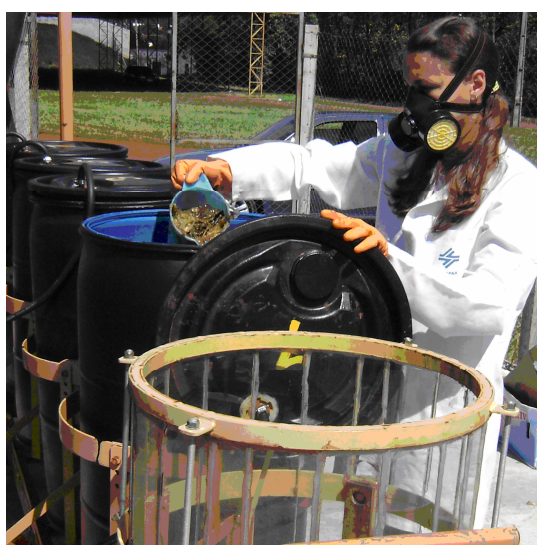


Figura 3 – Monitoramento operacional do sistema de biodigestão.

Tabela 1 – Fração orgânica dos resíduos sólidos da atividade urbana doméstica - categorias e respectivos elementos, pesos (kg) e percentagens.

Categoria / elemento	Peso (kg) da categoria/elemento	% do elemento por categoria	% da categoria / elemento na fração
FRUTAS	10,90	-	43,95
Abacaxi	0,50	4,59	2,02
Banana	0,13	1,19	0,52
Laranja	0,32	2,94	1,29
Limão	0,08	0,73	0,32
Maça	0,26	2,39	1,05
Mamão	2,88	26,42	11,61
Manga	0,15	1,38	0,60
Maracujá	0,11	1,01	0,44
Melancia	4,72	43,30	19,03
Melão	0,30	2,75	1,21
Pêssego	0,65	5,96	2,62
Tomate	0,80	7,34	3,23
LEGUMES	1,90	-	7,66
Abobrinha	0,07	3,68	0,28
Alho	0,01	0,53	0,04
Batata	0,41	21,58	1,65
Beterraba	0,08	4,21	0,32
Cebola	0,89	46,84	3,59
Cenoura	0,09	4,74	0,36
Chuchu	0,35	18,42	1,41
VERDURAS	0,80	-	3,23
Agrião	0,11	13,75	0,44
Alface	0,07	8,75	0,28
Brócolis	0,16	20,00	0,65
Couve	0,13	16,25	0,52
Couve – flor	0,04	5,00	0,16
Espinafre	0,08	10,00	0,32
Repolho	0,12	15,00	0,48
Rúcula	0,09	11,25	0,36
CARNES	2,10	-	8,47
Boi	0,40	19,05	1,61
Frango	1,25	59,52	5,04
Peixe	0,25	11,90	1,01
Porco	0,20	9,52	0,81
OVOS	0,14	100	0,56
RESTOS DE ALIMENTOS	9,00	100	36,29
TOTAL	24,80	-	100

Fonte: Morejon et al. (2008).

Resultados e Discussão

O monitoramento foi realizado em duas etapas, sendo que, em cada uma dessas destacam-se períodos de máxima e mínima temperatura na parede dos reatores.

Na Figura 4 e 5 (etapa 1), bem como, na Figura 6 e 7 (etapa 2) podem ser visualizadas variações da temperatura da parede dos reatores e da temperatura ambiente (°C), em função do tempo (em horas). A Figura 4 corresponde ao período em que foram registradas condições de tempo pouco nublado e quente, no intervalo de temperatura máxima. A Figura 5 corresponde ao período em que foram registradas condições de tempo chuvoso de menor temperatura ambiente, no intervalo de temperatura mínima.

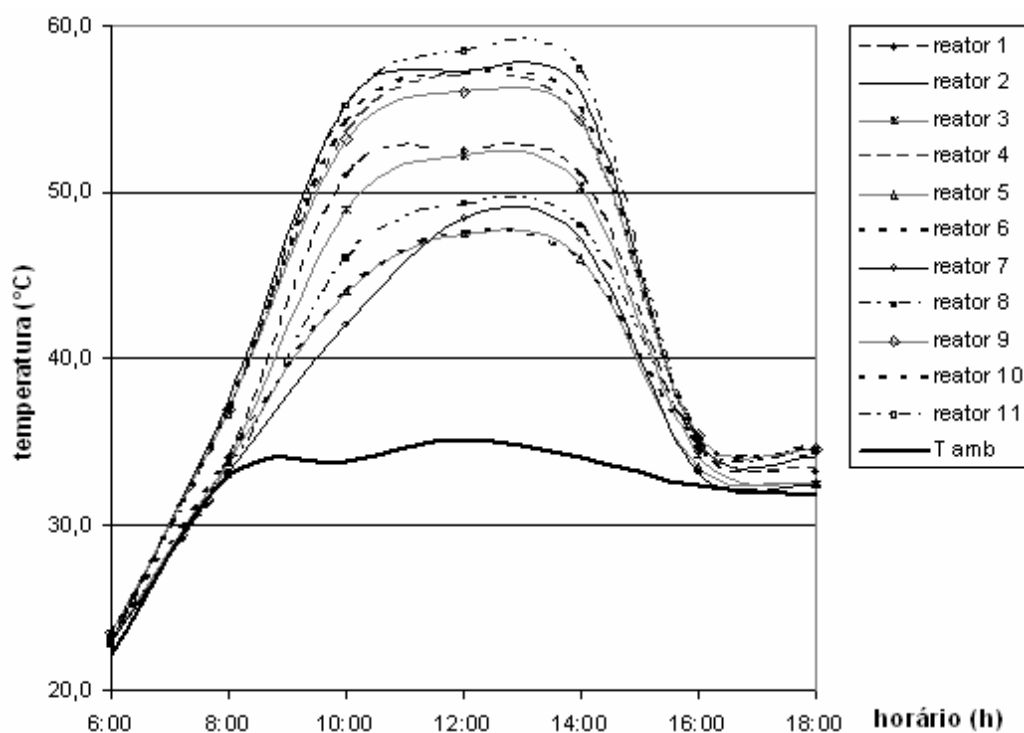


Figura 4 – Temperatura em função do tempo – máxima temperatura – etapa 1.

A Figura 6 corresponde ao período em que foram registradas condições de tempo quente com pouco vento, no intervalo de temperatura máxima. A Figura 7 corresponde ao período em que foram registradas condições de tempo nublado e quente, com pancadas de chuva, menor temperatura ambiente, no intervalo de temperatura mínima.

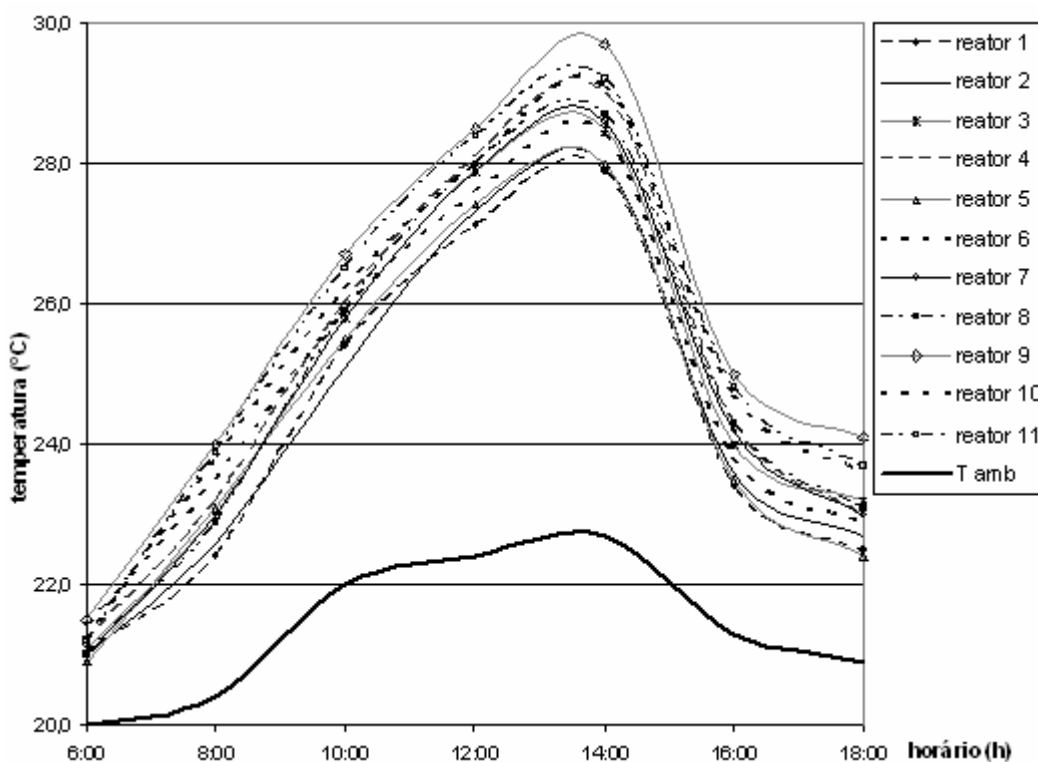


Figura 5 – Temperatura em função do tempo – mínima temperatura – etapa 1.

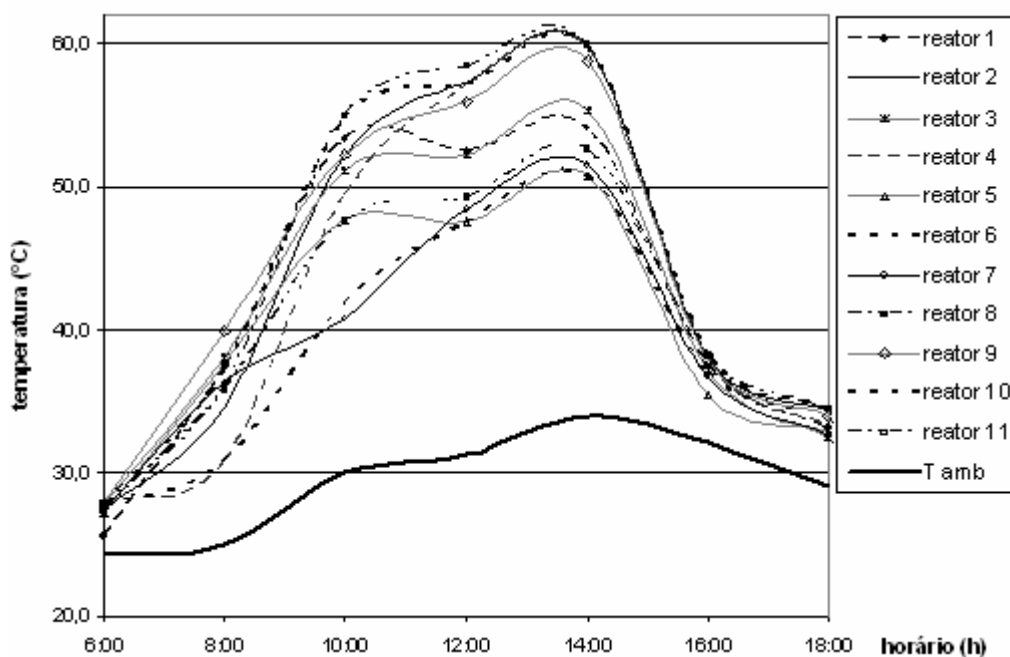


Figura 6 – Temperatura em função do tempo – máxima temperatura – etapa 2.

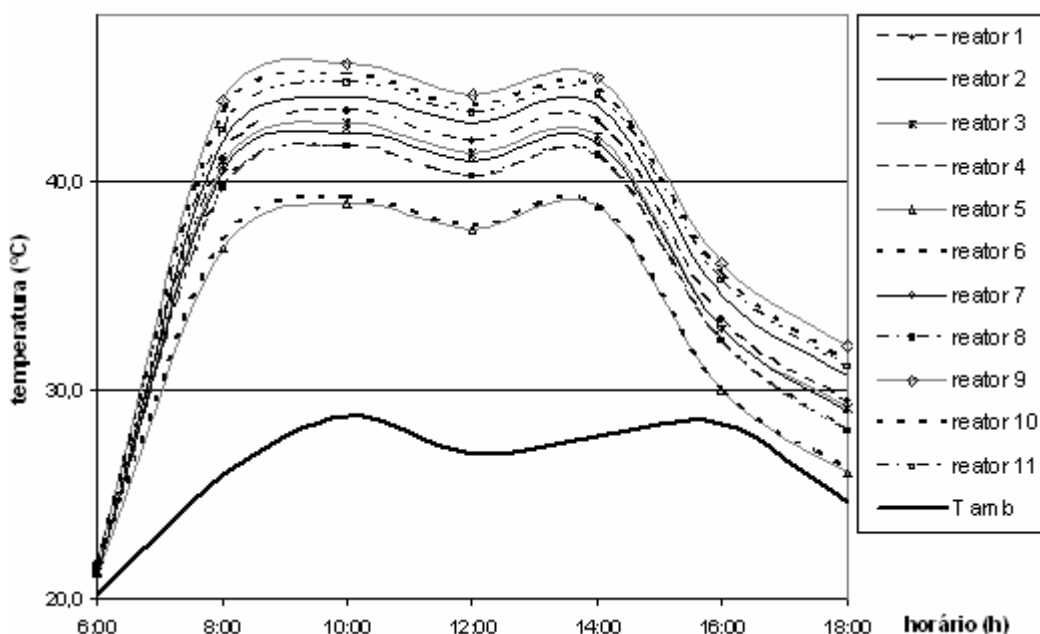


Figura 7 – Temperatura em função do tempo – mínima temperatura – etapa 2.

Percebe-se, no período de máxima temperatura na etapa 1, que a temperatura oscilou de 20 a 40 °C nos horários entr e 06:00 e 08:00 horas, e, na etapa 2, neste mesmo intervalo, a temperatura oscilou de 25 a 40 °C. A partir deste horário, cada reator apresentou um desempenho diferente quanto à temperatura e produção de biogás (visualizado pelo bolhometro).

O melhor horário para visualizar a eficiência da produção de biogás compreendeu o intervalo entre 10:00 e 14:00 horas.

Quanto à temperatura máxima, obteve destaque na etapa 1 o reator 11 (58,3 °C as 12:00 horas), com produção considerável de bolhas nos reatores 10,11, 2, 4 e 9 (principalmente os últimos três). O reator 11 também obteve destaque na etapa 2, quanto à temperatura máxima (58,4 °C as 12:00 horas), com produção considerável de bolhas nos reatores 2, 4, 10, 9 e 11 (principalmente os dois últimos).

Nos períodos de temperatura mínima houve redução drástica na produção de bolhas, sendo que apenas na etapa 2 obteve-se produção (pequena) nos reatores 4, 9 e 11.

Para os horários compreendidos entre 16:00 e 18:00 horas houve um decréscimo nos valores relacionados à temperatura.

Conclusões

Com este monitoramento pode-se perceber que a produção de biogás depende diretamente da temperatura ambiente e condições de tempo, sendo que o reator 9 destacou-se pela produção de bolhas, relacionada à quantidade de biogás liberado. O reator 11 deveria estar em destaque também neste quesito, pois a temperatura de sua parede foi máxima em ambas as etapas, porém não obteve um desempenho muito bom,

provavelmente, devido a possíveis vazamentos pela mangueira que liga o biodigestor ao bolhometro. Pode-se notar uma boa produção de bolhas para temperaturas nas paredes dos reatores acima de 50 °C.

O monitoramento das condições de tempo e da oscilação das faixas de temperatura na parede externa dos reatores, juntamente com a análise da influência destas oscilações, possibilitaram constatar que com o aumento da temperatura ambiente ocorreu maior ação de borbulhamento da água no frasco de vidro, indicando a formação de biogás.

Este trabalho está inserido num projeto maior que resultou num método diferenciado para coleta, transporte e processamento/industrialização de resíduos sólidos da atividade doméstica e que devido às suas características diferenciadas quando comparado com os sistemas convencionais e devido as características inovadoras conjunto resultou num pedido de patente (MOREJON, et al., 2008).

Agradecimentos

A Secretaria de Estado da Ciência Tecnologia e Ensino Superior (SETI/FUNDO PARANÁ) pelo financiamento do projeto e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela bolsa de Iniciação Científica.

Referências

- Angenent, L. T.; Sung, S.; Ranskin, L (Methanogenic population dynamic during start up of a full scale anaerobic sequencing batch reactor treating swine waste). *Water Research*. 2002, v. 36, p. 4648-4654. Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/watres>. Acesso em: 05/09/08.
- Boualagui, H.; Haouari, O; Touhami, T.; Ben-Cheikh, R.; Marouani, L.; Hamdi, M (Effect of temperature on the performance of na anaerobic tubular reactor treating fruit and vegetables waste). *Process Biochemistry* 2004, v. 39, p. 2143-2148. Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/procbio>. Acesso em: 05/09/08.
- Chynowet, D. P.; Owens, J. M.; Legrand, R (Renewable methane from anaerobic digestion of biomass). *Renewable Energy* 2001, v. 22, p. 1-8. Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/renene>. Acesso em: 11/09/08.
- De Baere, L (Anaerobic digestion of solid waste: state-of-the-art). *Water Science e Technology* 2000, v. 41, p. 283-290. Disponível em: <http://www.iwaponline.com/wst>. Acesso em: 03/10/08.
- Edelmann, W.; Schleiss, K.; Joss, A (Ecological, energetic and economic comparison of anaerobic digestion with different competing Technologies to treat biogenic wastes). *Water Science e Technology* 2000, v. 41, p. 263-273. Disponível em: <http://www.iwaponline.com/wst>. Acesso em: 03/10/08.

Grommen, R.; Verstraete, W (Environmental Biotechnology. The ongoing quest). *Journal of Biotechnology* 2002, v. 98, p. 113-123. Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/jbiotec>. Acesso em: 11/09/08.

Mata-Alvarez, J.; Mace, S.; Llabrés, P (Anaerobic digestion of organic wastes. An overview of research achievements and perspectives). *Bioresource Technology* 2000, v. 74, p. 3-16. Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/biortech>. Acesso em: 24/10/08.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10004 Resíduos Sólidos – Classificação*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

Chadwick, M. J.; Nilson, J. *Educação, meio ambiente e ação política*. Rio de Janeiro: Associação Roda Viva, 1993.

IBGE. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000*. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/li xo_coletado/defaultlixo.shtm. Acesso em: 20/07/08.

Laufer, A.; Fabris, S. C.; Morejon, C. F. M.; Lindino, C. A.; Bariccatti, R. A.; Rocha, W. F. Diagnóstico Ambiental em Torno da Geração de Resíduos Sólidos Urbanos. IN: 2º ENCONTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARANÁ. SETI, UNICENTRO, Guarapuava/Pr, 2008.

Morejon, C. F. M.; Piacenti, C. A.; Lindino, C. A.; Palú, F.; Auler, L. T. S.; Bariccatti, R. A.; Faria, S. H.; Rocha Jr, W. F.; Souza, J. A. Patente: MU8403433-5; *Biodigestor Modular para Produção de Biogás, Biofertilizante e Bio-ração*, depósito: 25/10/04.

Morejon, C. F. M.; Lindino, C. A.; Bariccatti, R. A.; Rocha Jr, W. F.; Lima, J.F.; Laufer, A. Patente: PI0801312-8; Sistema modular de coleta, transporte e industrialização de resíduos sólidos domésticos, (Data do depósito: 10/04/08).

Morejon, C. F. M.; Laufer, A.; Fabris, S. C.; Babinski, K. Caracterização da Mistura Padrão e Identificação do Potencial de Geração de Resíduos Sólidos Urbanos Domésticos. IN: III CONGRESSO DA ACADEMIA TRINACIONAL DE CIÊNCIAS. UNIOESTE/Foz do Iguaçu, Foz do Iguaçu, 2008.