



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"



GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E BIODIGESTOR: ABORDAGEM EXTENSIONISTA.

Gerson Araujo de Medeiros¹, Marina Madid Micheletti Caetano¹, Felipe Goulart Moraes¹, Fernando Henrique Machado¹, Michel Xocaira Paes¹, Diogo Torres Amancio¹, Admilson Irio Ribeiro¹, Lucas Tadeu Pinheiro¹, Lucas Fernandes de Castro Ribeiro¹

1 Universidade Estadual Paulista, Campus de Sorocaba, e-mail: gerson@sorocaba.unesp.br

Eixo 2: Os valores para práticas e teorias

Resumo

A gestão dos resíduos sólidos urbanos assume uma considerável relevância na sociedade contemporânea. Tal abordagem tem sido difundida junto a população e segmentos da sociedade por meio de programas de educação ambiental, os quais devem ser contextualizados as realidades dos atores envolvidos. O objetivo do presente projeto é apresentar as estratégias de gestão de resíduos sólidos aplicadas a uma instituição filantrópica, em Sorocaba-SP, incorporando o uso da tecnologia limpa do biodigestor. O projeto foi desenvolvido junto ao Educandário Bezerra de Menezes, e teve como etapas principais o diagnóstico da geração de resíduos sólidos; a elaboração de um plano de gestão de resíduos; o desenvolvimento e teste de um biodigestor para a geração de compostos orgânicos para fins agrícolas; extensão comunitária por meio de atividades de educação ambiental junto a comunidade. O desenvolvimento do projeto, em todas as suas etapas, teve a participação de alunos dos cursos de Engenharia Ambiental UNESP, Campus Sorocaba. Os resultados desse projeto foram apresentados em eventos e disseminados para cerca de 12.000 pessoas.

Palavras Chave: *extensão, meio ambiente, sociedade.*

Introdução

Uma das maiores demandas sócio-econômicas-ambientais da sociedade contemporânea está relacionado a geração, disposição e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU). Esse problema tem sido potencializado pelo crescimento populacional associado às mudanças dos hábitos de consumo, principalmente nos centros urbanos, cujos principais destinos dos resíduos sólidos ainda

Abstract:

Municipal solid waste management is of considerable relevance in contemporary society. Such approach has been disseminated to the population and segments of society through environmental education programs, which must be contextualized to the realities of the actors involved. The objective of this project is to present the solid waste management strategies applied to a philanthropic institution in Sorocaba, state of São Paulo, incorporating the use of biodigestor. The project was developed by the Educandário Bezerra de Menezes, and had as key steps the diagnosis of solid waste generation; the development of a waste management plan; the development and testing of a digester for the generation of organic compounds for agricultural purposes; community outreach through environmental education activities in the community. The development of the project in all its stages, was attended by students of Environmental Engineering course from UNESP, Campus Sorocaba. The results of this project were presented at events and disseminated to about 12,000 people..

Keywords: *extension, environment, society.*

têm sido os aterros sanitários, os aterros controlados e os chamados lixões (MANCINI et al., 2012).

Nesse contexto, autores têm apontado para os impactos no meio ambiente e na saúde, provocados pelas áreas de disposição do lixo urbano (MEDEIROS et al., 2009a; MEDEIROS et al., 2009b; MEDEIROS et al., 2008a, MEDEIROS et al., 2008b).

O problema da destinação dos resíduos sólidos urbanos é destacado no município de Sorocaba,



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"

Realização:

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"

PROEX
PROG. DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

pois o aterro sanitário se encontra interditado por não possuir licença ambiental renovada, e pelo fato de não haver mais espaço físico seguro para a disposição e soterramento do resíduo. Esse importante aspecto justifica o desenvolvimento de tecnologias e processos que contribuam para a redução do resíduo enviado ao sistema de coleta do município, reduzindo o custo de transporte e destinação do seu resíduo sólido.

Nesse contexto pode ser destacado o biodigestor, pelo seu potencial em reduzir a massa de resíduos e o seu posterior aproveitamento como fertilizante para culturas agrícolas. Nesse viés, ele pode ser uma alternativa para a redução da quantidade de RSU enviados para os aterros. Pela sua flexibilidade para atender uma ampla gama de demandas, o biodigestor tem um potencial para uso no meio residencial além de apresentar um caráter educacional, com desdobramentos extensionistas e sociais.

Objetivos

O objetivo do presente trabalho é apresentar os resultados de um projeto de extensão relacionado a gestão de resíduos sólidos no meio urbano, utilizando o biodigestor como instrumento de disseminação de conceitos relacionados ao desenvolvimento sustentável, junto a instituições de ensino, filantrópicas e para a comunidade de Sorocaba.

Material e Métodos

O projeto de extensão "Biodigestor automatizado: desenvolvimento de uma tecnologia limpa para a sociedade" tem sido apoiado com recursos do edital PROEXT 2011 do Ministério da Educação e pela Pró Reitoria de Extensão da UNESP. Esse projeto, iniciado em 2012, é relacionado ao desenvolvimento de tecnologias sociais para o enfrentamento da problemática dos resíduos sólidos, particularmente no município de Sorocaba, no qual não se dispõe de aterro sanitário.

Sorocaba é uma cidade de aproximadamente 600.000 habitantes e com uma economia baseada essencialmente na atividade industrial, tendo um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,828. Diariamente, cerca de 550 toneladas de resíduos sólidos de origem doméstica são enviadas para um aterro sanitário privado, localizado no município de Iperó, 30 km distante de Sorocaba.

O projeto tem sido desenvolvido em parceria com o Educandário Bezerra de Menezes, reconhecido como Utilidade Pública Federal, Estadual e Municipal. Essa instituição, fundada em 1953, tem como finalidade assistir crianças abandonadas pelos pais, em regime de internato. Com a mudança na legislação, em 1996 foi transformada em externato e, atualmente, atende 80 crianças entre 6 e 14 anos. Essa instituição também possui um restaurante que serve refeições para usuários do entorno. O referido projeto tem sido desenvolvido a partir das seguintes etapas:

- Diagnóstico do lixo gerado e elaboração do plano de gestão de resíduos sólidos;
- Testes de bancada para avaliar o tempo de degradação da matéria orgânica e gás gerado;
- Construção, automação e teste de um protótipo de biodigestor;
- Avaliação do uso do biofertilizante para o plantio de mudas de árvores;
- Desenvolvimento de material de educação ambiental;
- Organização de palestras, dinâmicas e atividades de educação ambiental junto a comunidade, tendo como instrumento de extensão o biodigestor.

Resultados e Discussão

São apresentados os principais resultados desse projeto no período de 2012 a 2015.

a) Diagnóstico do lixo gerado e implantação de um plano de gestão de resíduos sólidos

Os resultados mostraram uma geração total de 254,9 kg de resíduos orgânicos, o que corresponde a uma média diária de 42,5 kg, apresentando uma umidade média de 81,8%.

Esses resíduos incluem tanto os restos descartados pelos frequentadores do restaurante como aqueles gerados na preparação dos alimentos. A geração de resíduos recicláveis, os quais se referem a plásticos e metais, atingiu um total de 35,7 kg ou 7,1 kg/dia. Considerando-se um funcionamento do restaurante de 5 dias por semana, e dez meses por ano, tem-se uma geração total diária de cerca de 49,6 kg/dia, 992 kg/mês e 9,9 toneladas por ano. Somente a separação dos resíduos recicláveis já promoveu uma redução de aproximadamente 14% dos resíduos sólidos domésticos (1,4 toneladas por ano) antes destinados para o sistema de coleta de lixo de



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"

Realização:

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"

PROEX
PROJETO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

Sorocaba.

b) Testes de bancada para avaliar o tempo de degradação da matéria orgânica e gás gerado

Os resultados dos testes de mesa são apresentados na Figura 1, Anexo1. Após 27 dias o volume médio de gases gerados atingiu 191,8 cm³. O volume médio de gases gerados nos reatores que receberam a adição de um acelerador biológico comercial (EMBIOTEC) atingiu 185,8 cm³, o qual foi inferior aquele observado nos reatores alimentados somente com os resíduos de alimentos, e que alcançou 196,3 cm³. Todavia, observou-se um coeficiente de variação (CV) de 18,1% nos resultados dos reatores com a adição do EMBIOTEC, enquanto no outro grupo o CV atingiu 72,3%. Essa menor variabilidade nos resultados dos reatores que receberam o acelerador de decomposição biológica é uma característica desejada, considerando-se o emprego da tecnologia em se produzir gases para fins energéticos.

c) Construção e teste de um protótipo de biodigestor

A Figura 2 (Anexo 2) apresenta o esquema do biodigestor construído para fins de educação ambiental. Nessa Figura pode-se observar um biodigestor do tipo batelada, com alimentação contínua. O resíduo tratado sai lateralmente pelo biodigestor, para ser utilizado como fertilizante enquanto o gás gerado é armazenado em câmara de ar e a sua pressão é monitorada no sistema. Na Figura 3a (Anexo 3) tem-se uma foto do biodigestor montado e o detalhe do sensor (Figura 3b, Anexo 3) para medir a concentração de metano do biogás gerado pela decomposição de alimentos no interior desse equipamento.

Trata-se de um biodigestor de baixo custo para fins de gestão de resíduos de alimentos gerados em residências, pelos materiais de fácil acesso utilizados na sua construção. A carga hidráulica no biodigestor leva a pressões na ordem de 0,6 m, tornando-o seguro para a proposta de uso residencial.

d) Desenvolvimento de material de educação ambiental

Desenvolveu-se um material de educação ambiental para a disseminação de práticas de redução do lixo gerado, tendo como instrumento pedagógico de extensão o biodigestor concebido

por alunos e professores do curso de Engenharia Ambiental do Campus de Sorocaba. Nesse contexto duas cartilhas foram criadas, uma voltada para o público infantil (Figura 4, Anexo 4) e outra para adolescentes e adultos. Tais cartilhas têm sido difundidas e distribuídas em eventos de extensão.

e) Palestras, dinâmicas e atividades de educação ambiental

A divulgação do projeto e disseminação dos conceitos relacionados a gestão sustentável dos resíduos sólidos domésticos, junto a sociedade, foi realizada em eventos relacionados a feiras de ciências, extensão e desenvolvimento tecnológico, voltados a comunidade de Sorocaba. Acrescente-se as atividades que vem sendo desenvolvidas com as crianças e adolescentes assistidos pelo Educandário Bezerra de Menezes, também no município de Sorocaba (Figura 5a, Anexo 5).

No Educandário Bezerra de Menezes os jovens participaram de todo o ciclo de operação e funcionamento do biodigestor, incluindo a separação do lixo orgânico, moagem, acondicionamento, acompanhamento da geração de gás e aplicação do resíduo gerado no plantio de mudas.

Os eventos nos quais foi apresentado o projeto incluíram: o III Congresso Paulista de Extensão (2015); o I Simpósio de Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade Ambiental (2014); a 6ª Feira de Profissões na Universidade do Trabalhador (Uniten) de Sorocaba (2014); a II Mostra Científica para Jovens Talentos de Sorocaba (2014); a Semana da Engenharia da UNESP Sorocaba (2014); a I Feira de Ciências da Escola Estadual Arthur Cyrillo, de Sorocaba (2014) (Figura 5b, Anexo 5); os I, II e III Congressos de Extensão da UNESP (2011 a 2013); o UNESP Sem Fronteiras (2013); o II Simpósio Internacional do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da UNESP (2012). Esses eventos e atividades de extensão atingiram cerca de 12.000 participantes, incluindo estudantes e professores de primeiro e segundo grau, da rede municipal e estadual de ensino, estudantes e professores universitários e representantes da sociedade civil de Sorocaba.

Conclusões

O projeto de extensão "Biodigestor automatizado: desenvolvimento de uma tecnologia limpa para a sociedade" integrou pesquisa, ensino e extensão,



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"

Realização:

unesp
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"

PROEX
PROJETO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

no contexto da graduação e pós graduação da UNESP, Campus de Sorocaba. Nesse contexto trabalharam-se questões relacionadas ao desenvolvimento tecnológico, tecnologias sociais, disseminação de conhecimento gerado na universidade para a sociedade, complementando a formação dos graduandos e pós-graduandos participantes. Destaque-se o envolvimento de doze acadêmicos de graduação em Engenharia Ambiental e de dois doutorandos do Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais. Em um período de aproximadamente três anos foi possível a publicação de duas cartilhas e seis resumos em congressos de extensão, o desenvolvimento de uma página no facebook, além da conclusão de dois trabalhos de graduação e um trabalho de pesquisa envolvendo uma aluna de intercâmbio da Universidade de Lisboa.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio financeiro do Ministério da Educação, edital PROEXT 2011, e da Pró Reitoria de Extensão da UNESP.

MANCINI, S.D.; FERRAZ, J.L.; BIZZO, W.A. Resíduos sólidos. In: ROSA, A.H.; FRACETO, L.F.; MOSCHINI CARLOS, V. **Meio ambiente e sustentabilidade**. Porto Alegre: Bookman, 2012. p. 347-374.

MEDEIROS, G. A.; REIS, F.A.G.V.; MENEZES, P.H.B.J.; SANTOS, L.A.; NEVES, C.A.O.; NUNES, M.H.M.; DAVI, E.; ANSELMO, L.S.; SILVA, A. Diagnóstico do aterro do município de Poços de Caldas, no estado de Minas Gerais, Brasil. **Engenharia Ambiental**, v. 6, p. 3-15, 2009a.

MEDEIROS, G. A.; REIS, F.A.G.V.; SOUZA JUNIOR, A. P.; GIRALDI, B.; SILVA, R. B. Diagnóstico ambiental do aterro do município de Andradas, no estado de Minas Gerais. **Engenharia Ambiental**, v. 6, p. 532-543, 2009b.

MEDEIROS, G. A.; REIS, F.A.G.V.; SIMONETTI, F.D.; BATISTA, G.; MONTEIRO, T.; CAMARGO, V.; SANTOS, L.F.S.; RIBEIRO, L.F.M. Diagnóstico da qualidade da água e do solo no lixão de Engenheiro Coelho, no Estado de São Paulo. **Engenharia Ambiental**, v. 5, p. 169-186, 2008a.

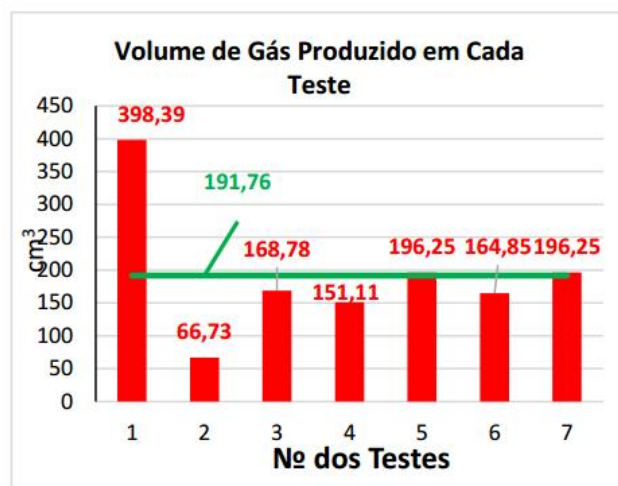
MEDEIROS, G. A.; REIS, F.A.G.V.; Costa, F. B.; BENAGLIA, G. C.; SCOLARI, M. C.; FIORINI, P. A.; MIRANDA, P. A. M.; PASSONI, V. Diagnóstico do lixão do município de Vargem Grande do Sul, no estado de São Paulo. **Engenharia Ambiental**, v. 5, p. 1-16, 2008b.

Anexo 1

Figura 1. Reatores para avaliação da produção de biogás (a); volume de biogás gerado nos reatores (b).



(a)



(b)



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"

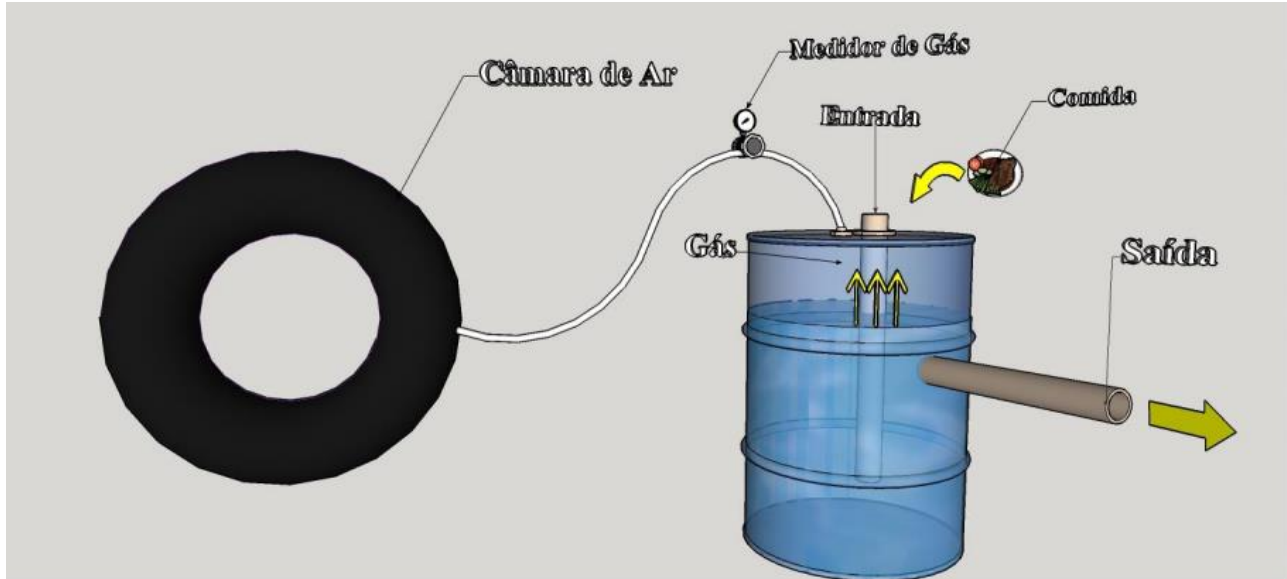
Realização:

unesp
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"

PROEX
PROJETO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

Anexo 2

Figura 2. Esquema do biodigestor.



Anexo 3

Figura 3. Biodigestor montado com câmara de gás instalada (a), sensor para medição da concentração de gás metano (b).





8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"

Realização:

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"

PROEX
PROCURADORIA DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

Anexo 4

Figura 4. Capa da cartilha de gestão de resíduos sólidos e sustentabilidade para o público infantil.



Anexo 5

Figura 5. Material gráfico desenvolvido para disseminar os paradigmas da gestão de resíduos sólidos urbanos no condomínio Encanto, em Sorocaba.



(a)



(b)