

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU) EM COMUNIDADES DE MÉDIO PORTE

Selene de Oliveira - Eng^a Agrícola, Mestre em Agronomia, Doutoranda em Agronomia/Energia na Agricultura da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Botucatu/SP.

Antenor Pasqual - Prof. Dr. do Departamento de Ciências Ambientais da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Coordenador do Núcleo de Resíduos Sólidos e Líquidos/DCA/FCA/UNESP.

Vera Lúcia Pimentel Salazar - Bióloga, Mestranda em Agronomia/Energia na Agricultura da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Botucatu/SP.

Alessandra A. Gayoso F. de Toledo - Eng^a Agrônoma, Mestre em Agronomia, Doutoranda em Agronomia/Energia na Agricultura da Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP - Botucatu/SP.

Luciana Pranzetti Barreira - Bióloga, Mestranda em Agronomia/Energia na Agricultura da Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP - Botucatu/SP.

Alcides Lopes Leão - Prof. Dr. do Departamento de Ciências Ambientais da Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP Botucatu/SP.

Endereço para correspondência:

Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA)

Departamento de Ciências Ambientais

A/C de Selene de Oliveira

Fazenda Experimental Lageado - Cx. Postal 237 18603-970 - Botucatu/SP - Brasil

Tel.: (014) 821.3883 - ramal 162 FAX: (014) 821 3438

E.mail: secdca@fca.unesp.br

RESUMO O presente trabalho teve por finalidade caracterizar quantitativamente os resíduos sólidos domésticos (RSD) da cidade de Botucatu, visando alternativas de tratamento e aproveitamento dos resíduos sólidos, que são materiais orgânicos com um alto potencial energético para a agricultura (composto orgânico), ou reduzindo o consumo de energia elétrica e a extração de recursos naturais não renováveis, visando a reciclagem dos materiais inorgânicos presentes nos RSU.

De acordo com a metodologia utilizada e com os resultados obtidos constatou-se que a composição física quantitativa (% em peso - base úmida), dos RSD de Botucatu é: matéria orgânica = 74,11%, papel e papelão = 7,61%, metal = 3,86%, plástico = 8,41%, vidro = 1,99%, e outros = 4,02%.

Palavras-chave: Resíduos sólidos urbanos; Lixo; Caracterização física de RSU; Botucatu/SP.

INTRODUÇÃO

Resíduos sólidos são resíduos que resultam de atividades humanas e que são lançados no ambiente. O termo lixo é usado para definir resíduos sólidos, porém a palavra lixo significa coisa imprestável, o que não é o caso dos resíduos sólidos, pois, a maioria, é material reaproveitável, com um potencial econômico agregado respeitável.

Uma cidade se comporta como uma caixa-preta ("black-box"), ou seja, relacionando a entrada ("input") e a saída ("output") de energia na zona urbana. Considerando este raciocínio, os materiais encontrados nos resíduos sólidos são considerados saída de energia. Esta energia pode ser recuperada utilizando o potencial energético, sócio-econômico e ambiental dos materiais orgânicos e inorgânicos contidos nos resíduos sólidos urbanos.

De acordo com a norma NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1987), os resíduos sólidos são classificados em três categorias:

- Resíduos Classe I - Perigosos: resíduos sólidos ou mistura de resíduos que, em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar riscos à saúde pública, provocando ou contribuindo para um aumento de mortalidade ou incidência de doenças e/ou apresentar efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.

- Resíduos Classe II - Não Inertes: resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que não se enquadram na Classe I (perigosos) ou na Classe III (inertes). Estes resíduos podem ter propriedades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade, ou solubilidade em água.
- Resíduos Classe III - Inerte: resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que, submetidos a testes de solubilização, não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de águas, excetuando-se os padrões: aspecto, cor, turbidez e sabor. Como exemplo destes materiais podemos citar rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não são decompostos prontamente.

Quanto a sua origem os RSU são classificados (Gomes,1989 e Jardim et al.1995) em:

- Residencial ou doméstico: constituído de restos de alimentação, invólucros diversos, varreduras, folhagens, ciscos e outros materiais descartados pela população diariamente;
- Comercial: proveniente de diversos estabelecimentos comerciais, como escritórios, lojas, hotéis, restaurantes, supermercados, quitandas e outros, apresentando mais ou menos os mesmos componentes que os resíduos sólidos domésticos, como papéis, papelão, plásticos, caixas, restos de lavagem, etc.;
- Industrial: proveniente de diferentes áreas do setor industrial, de constituição muito variada, conforme as matérias-primas empregadas e o processo industrial utilizado;
- Resíduos de serviços de saúde ou hospitalar: constituído de resíduos das mais diferentes áreas dos estabelecimentos hospitalares: refeitório, cozinha, área de patogênicos, administração, limpeza; e resíduos provenientes de farmácias, laboratórios, de postos de saúde, de consultórios dentários e clínicas veterinárias;
- Especiais: constituído por resíduos e materiais produzidos esporadicamente como: folhagens de limpeza de jardins, restos de poda, animais mortos, mobiliários e entulhos;
- Feiras, varrição e outros: proveniente de varrição regular de ruas, conservação da limpeza de núcleos comerciais, limpeza de feiras, constituindo-se principalmente de papéis, tocos de cigarros, invólucros, restos de capinas, areia, cisco e folhas;
- De aeroportos, portos, terminais rodoviários e ferroviários: constituem os resíduos sépticos, ou seja, aqueles que contêm ou podem conter germes patogênicos, trazidos aos portos, terminais rodoviários e aeroportos; basicamente, originam-se de materiais de higiene, restos de alimentação, que podem veicular doenças provenientes de outras cidades, estados ou países. Porém, os resíduos assépticos, nestes locais, são considerados como domiciliares.

Os resíduos sólidos urbanos são, também, classificados de acordo com seus diferentes graus de biodegradabilidade (Gomes,1989), como:

- Facilmente degradáveis: materiais de origem biogênica;
- Moderadamente degradáveis: papel, papelão e outros produtos celulósicos;
- Dificilmente degradáveis: trapos, couro (tratado), borracha e madeira;
- Não - degradáveis: vidros, metal, plástico.

São 241.614 toneladas de RSU produzidos diariamente no Brasil, das quais cerca de 90.000 toneladas por dia são de resíduos sólidos domésticos - RSD (algo em torno de 26 milhões de toneladas por ano) dispostos, a maioria, a céu aberto. A taxa média de geração dos RSD em áreas urbanas é de, aproximadamente 0,5kg por pessoa por dia em países subdesenvolvidos; na cidade de São Paulo a média é de 1,0kg/pessoa por dia, e em países desenvolvidos pode chegar a 2,0kg/pessoa por dia, citado em Oliveira (1997).

As características dos RSU são influenciadas por vários fatores como: número de habitantes, poder aquisitivo, nível educacional, hábitos e costumes da população; condições climáticas e sazonais; as mudanças na política econômica de um país também são causas que influenciam na composição dos resíduos sólidos de uma comunidade (Jardim et al.1995).

Quando se realiza a caracterização dos RSU em um município, deve-se definir bem os objetivos desta caracterização. Normalmente, o principal objetivo é planejar a forma de disposição final mais adequada a ser aplicada aos resíduos sólidos gerados em uma determinada comunidade; ou viabilizar a implantação de algum sistema de tratamento, como por exemplo a compostagem a partir dos resíduos sólidos orgânicos; e avaliar a viabilidade do aproveitamento do material inorgânico para instalação de usina de triagem e posterior venda dos materiais recicláveis; estas caracterizações são feitas no destino final dos resíduos sólidos (Stech,1990).

A composição física média dos RSU de diversas cidades brasileira, em diferentes anos está representada no Quadro 1

Quadro 1. Composição física (%) dos RSU algumas cidades brasileiras, em vários anos.

COMPOSIÇÃO FÍSICA (%)

CIDADES (ANO)	Matéria Orgânica	Papel Papelão	Plástico	Vidro	Metal	Outros
São Carlos/SP (1989)	56,7	21,3	8,5	1,4	5,4	6,7
Americana/SP (1986)	46,0	13,0	12,0	1,0	6,0	22,0
Campinas/SP (1985)	72,3	19,0	3,6	0,8	2,2	2,1
São José do Rio Preto/SP (1985)	42,1	16,9	6,7	4,0	9,8	20,5
Rio Claro/SP (1985)	62,8	15,2	5,5	2,1	3,5	10,9
Praia Grande/SP (1984)	54,4	23,9	10,1	3,9	3,4	4,4
Belo Horizonte/MG (1971)	69,9	16,8	1,9	2,5	3,3	5,6
Brasília/DF (1972)	19,9	27,1	2,4	3,0	3,2	44,4
Manaus/AM (1979)	51,1	29,0	2,8	4,7	6,8	5,6
Porto Alegre/RS (1983)	74,4	10,6	6,0	1,4	4,2	3,4
Curitiba/PR (1993)	66,0	3,0	6,0	2,0	2,0	21,0
Rio de Janeiro/RJ (1993)	22,0	23,0	15,0	3,0	4,0	33,0
São Paulo/SP (1993)	37,8	29,6	9,0	4,9	5,4	13,3
Salvador/BA (1993)	43,0	19,0	11,0	4,0	4,0	19,0
Fortaleza/CE (1994)	65,6	14,6	7,8	7,0	5,0	----

Fonte: Gomes (1989) e Jardim et al.(1995)

OBJETIVOS

O presente trabalho teve por finalidade caracterizar quantitativamente os resíduos sólidos urbanos (RSU) de Botucatu (cidade de médio porte), localizada na região centro-sul do Estado de São Paulo/Brasil, nas coordenadas 22° 52' 20" latitude S e 48° 26' 37" longitude W de Greenwich, com área de 1.496 km² - possuindo 26% (395,6 km²) de sua área inserida dentro dos limites da APA (Área de Proteção Ambiental) de Corumbataí; com população atual de 100.826 habitantes; visando alternativas de tratamento e aproveitamento dos resíduos sólidos urbanos, que possuem materiais orgânicos com alto potencial energético para a agricultura (composto orgânico), e materiais inorgânicos que através da reciclagem podem reduzir o consumo de energia elétrica e a extração de recursos naturais não renováveis.

METODOLOGIA

A metodologia empregada para amostragens e caracterização física dos RSU da cidade de Botucatu, foi baseada em Leão (comunicação pessoal, 1997 - FCA/UNESP), com algumas adaptações.

As amostragens foram realizadas no aterro sanitário municipal de Botucatu, localizado à Rodovia Eduardo Zucari - km 2,5; distanciado 17km do centro urbano.

A frequência do sistema de coleta é diária em dias alternados, sendo este sistema dividido em 12 setores, em função da frequência, horário e percurso do caminhão de coleta. Foram escolhidos 5 setores representativos, em função da maior concentração populacional, fonte geradora e nível sócio-econômico.

As amostras foram coletadas em caminhões dos setores representativos, descarregando o seu conteúdo em local determinado, onde foi moldado em forma de uma leira quadrada, esta foi dividida em 16 quadrantes com volume de 1m³ cada; escolheu-se, aleatoriamente, dois quadrantes representativos.

A seguir os resíduos dos quadrantes foram retirados, manualmente, da leira e colocados sobre uma lona plástica preta. As amostras (sacos de acondicionamento de resíduos) foram rompidos e os materiais foram triados conforme o tipo.

A caracterização física foi feita separando-se o material inorgânico do orgânico, sendo os materiais colocados em caixas de plástico duro, com tara conhecida.

Os RSU foram divididos em:

Papel/papelão, Metal (alumínio e aço), Plástico [filme, PET (polietileno tereftalato), PEAD (polietileno de alta densidade), PVC (cloreto de polivinila), PEBD (polietileno de baixa densidade), PP (polipropileno) e outros], Vidro, Matéria orgânica, Têxteis, Embalagens cartonadas (longa vida) e Outros.

O material, separado foi pesado em balança eletrônica; posteriormente fez-se a percentagem em peso (base úmida).

O diagrama da amostragem e caracterização física dos RSU, é mostrado na Figura 1.

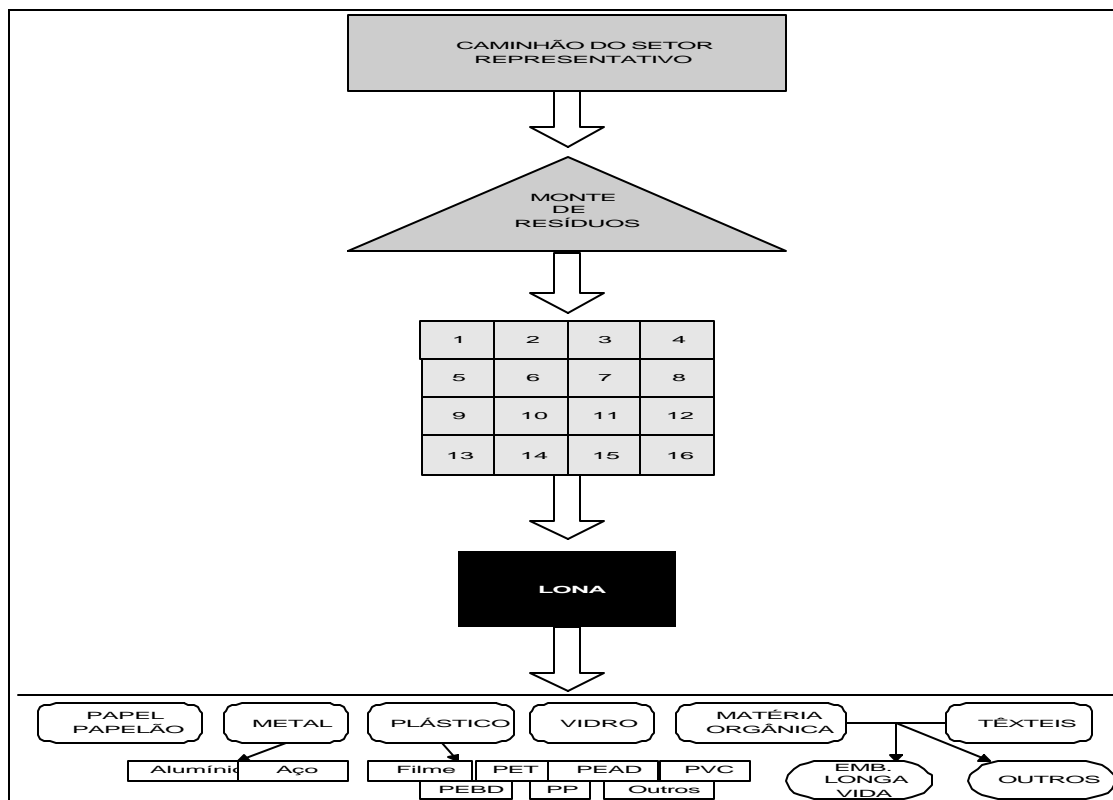


Figura 1 - Diagrama da amostragem e caracterização física dos RSU.

RESULTADOS

A população de Botucatu, produz, em média 48,3 toneladas de RSU por dia (1.449 toneladas por mês); representando uma produção per capita diária de 0,479 kg, ou seja, 479 g/hab./dia.

Os resultados obtidos na caracterização física, são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 - Composição física (% em peso) - base úmida dos RSU de Botucatu/SP.

Data	30/04/97	09/05/97	12/05/97	26/06/97	
Setor	3	2	1	4, 4a, e 3a	Média
Componentes					% em peso
Matéria Orgânica	79.11	71.77	68.86	76.72	74,11
Papel/Papelão	5.38	6.57	8.87	9.61	7,61
Alumínio	0.18	0.43	0.45	0.23	0,32
Aço	2.69	4.15	5.00	2.28	3,53
Plástico filme	5.18	4.56	4.21	4.66	4,65
PET	0.88	1.18	2.21	0.69	1,24
PEAD	0.34	0.98	0.87	0.86	0,76
PVC	0.10	0.04	0.07	0.16	0,09
PEBD	0.06	0.07	0.56	-	0,17
PP	0.28	0.14	0.52	-	0,23
Outros plásticos	1.14	1.27	1.32	1.20	1,23
Vidro	1.60	2.30	2.51	1.54	1,99
Têxteis	1.08	3.70	1.91	0.66	1,84
Emb. longa vida	0.93	0.86	0.60	0.87	0,82
Outros	0.99	1.94	1.98	0.48	1,35

A Figura 2 compara os resultados médios obtidos na caracterização física de Botucatu com a média do Brasil.

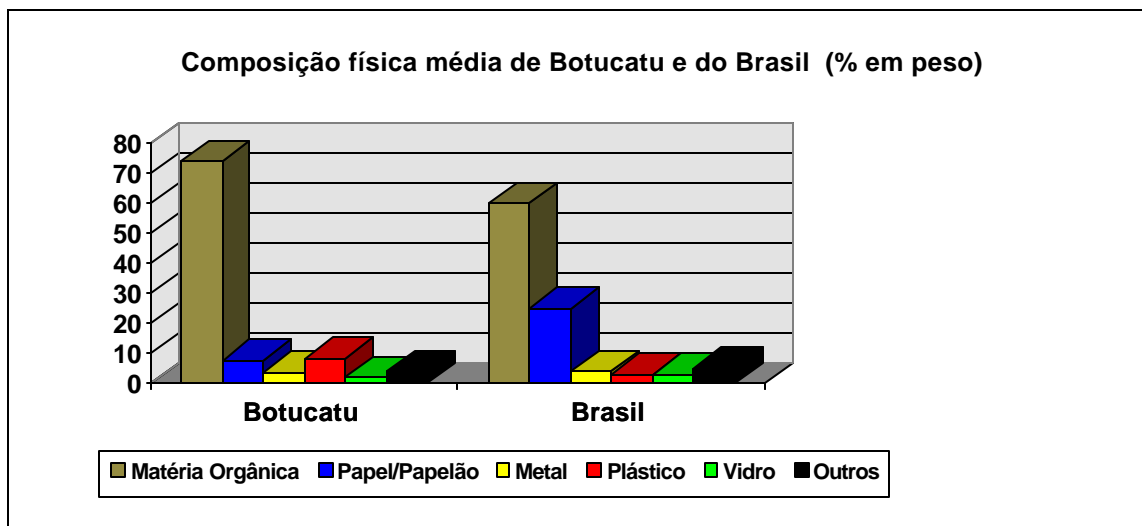


Figura 2 - Comparação da composição média de Botucatu com a média do Brasil.

Com relação aos resultados da composição física dos RSU (resíduos classe II e III) em Botucatu, as porcentagens em peso (base úmida) foram identificadas e observou-se o seguinte:

- a porcentagem de *matéria orgânica* (resíduo facilmente degradável) encontrada foi de 74,11%, ou seja 14,1% a mais do que a média brasileira (60%);
- a porcentagem de *papel/papelão* (material moderadamente degradável) encontrada foi de 7,61%, ou seja 17,4% a menos do que a média brasileira (25%);
- a porcentagem de *metal* (alumínio e aço) - material não degradável - encontrada foi de 3,86%, aproximadamente 4%, que é a média brasileira;
- a porcentagem de *plástico* (filme e rígido) encontrada foi de 8,41%, ou seja, 5,41% a mais do que a média brasileira (3%);
- a porcentagem de *vidro* (material não degradável) encontrada foi de 1,99%, ou seja, 1,01% a menos que a média brasileira (3%);
- a porcentagem de *outros* encontrada foi de 4,02% (a média brasileira é de 5%).

O aterro sanitário municipal de Botucatu, está situado em local de topografia regular, solo com baixo teor de argila e lençol freático próximo à superfície, isto implica que na implantação do aterro não foram obedecidas todas as normas de procedimento de escolha de terreno para a construção de um aterro sanitário.

Uma das alternativas de tratamento e aproveitamento dos RSU em Botucatu seria a implantação de um programa de coleta seletiva, primeiramente, num bairro piloto onde haja uma associação de moradores ou entidade semelhante, para lapidar as possíveis arestas da implantação. Gradativamente o programa seria estendido para toda cidade.

A educação na temática ambiental é de fundamental importância para se alcançar esse objetivo, pois os programas de coleta seletiva onde são implantadas campanhas de educação ambiental são os que têm os menores custos. Isto porque a comunidade, tendo recebido constantes informações dirigidas e criativas sobre a mesma, passa a cooperar com o programa.

No próprio aterro sanitário municipal seria implantada uma pequena usina de triagem, pois há necessidade de separação dos grupos de materiais recicláveis por classe dentro de cada grupo; podendo utilizar até mesmo mão-de-obra dos catadores que existem na cidade. Necessária, também, de um pátio de cura para o tratamento dos resíduos orgânicos, para transformá-los em composto orgânico. Apenas os rejeitos desta usina iriam para o aterro sanitário municipal, aumentando assim sua vida útil.

CONCLUSÕES

Portanto, considerando a alternativa de implantação de um programa de coleta seletiva em Botucatu, a administração pública deve estar ciente de que este deve ser baseado em tecnologias para efetuar a coleta, o transporte e a separação; informação (educação ambiental) e mercado para os materiais recicláveis e composto orgânico, pois existem vários programas no país que foram desativados devido a falta de gerenciamento destes fatores.

Na cidade de Botucatu, está inserida a UNESP - Universidade Estadual Paulista, com vários profissionais especializados na área de RSU, os quais poderiam auxiliar a prefeitura na solução deste grande problema.

A operação de caracterização quantitativa dos RSU de uma cidade é tarefa estressante, necessitando de muita determinação e perseverança das pessoas nela envolvidas.

Considerando que esta operação é influenciada principalmente por fatores como o crescimento demográfico, hábitos e costumes da população e mudanças na política econômica do país, sugere-se um monitoramento sistematizado, inclusive com tratamento estatístico, dos dados referentes à qualidade e quantidade anual dos RSU gerados na cidade.

Concluindo, a educação na temática ambiental, sem dúvida, é a ferramenta chave para solucionar os problemas de RSU, pois nela a sociedade vai se inteirando da problemática e se conscientizando de que assim terá uma melhor qualidade de vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. 1987 (NBR 10.004). Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 63p.

GOMES, L.P. *Estudo da caracterização física e da biodegradabilidade dos resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários*. São Carlos, 1989. 166p. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

JARDIM, N.S. et al. *Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), e Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), 1995. 278p.

OLIVEIRA, S. *Gestão dos resíduos sólidos urbanos na Microrregião Homogênea Serra de Botucatu - Caracterização física dos resíduos sólidos domésticos na cidade de Botucatu/SP*. Botucatu, 1997. 127p. Tese (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista.

STECH, P. J. Resíduos sólidos: caracterização. In: RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS: TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL, 1, 1990, São Paulo. *Curso...* São Paulo: CETESB, 1990. p.1-12.

Botucatu, 25 de março de 1998.

À

Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES

Seção Nacional

Av. Beira-Mar, 216 - 13º andar

20021 - 060 - Rio de Janeiro/RJ

Prezados Senhores,

Vimos por meio desta, enviar *resumo de trabalho* que pretendemos apresentar no XXVI Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental que será realizado pela AIDIS no período de 01 a 05 de novembro de 1998 em Lima - Peru.

Indicamos o presente trabalho para que seja avaliado na apresentação em forma oral.

Desde já agradecemos,

Cordialmente.

Selene de Oliveira

Eng^a Agrícola - MS

Endereço para correspondência:

Departamento de Ciências Ambientais/FCA/UNESP

A/C de Selene de Oliveira

Fazenda Experimental Lageado - Cx. Postal 237 18603-970 - Botucatu/SP - Brasil

Tel.: (014) 821.3883 - ramal 162 FAX: (014) 821 3438