

COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS ATERRADOS

GRAVIMETRIC COMPOSITION OF SOLID WASTE LANDFILL

GREICE MATTEI

Bióloga pela Universidade de Passo Fundo (RS). Mestre em Ecologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

PEDRO ALEXANDRE VARELLA ESCOSTEGUY

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Ciência do Solo. Professor Titular da Universidade de Passo Fundo. Laboratório de Química do Solo e Resíduos Sólidos

Código ABES: 101/05 Recebido: 31/10/05 Aceito: 29/06/07

RESUMO

A composição gravimétrica de um aterro de resíduos sólidos (RS) é uma informação básica para o monitoramento e avaliação de projetos ambientais. A obtenção dessa informação é dificultada pela inexistência de procedimentos padrões de amostragem, pela heterogeneidade dos RS e pela forma de disposição desses resíduos ou tipo de aterro, entre outros fatores. Esse trabalho teve como objetivo determinar se há diferença entre a composição gravimétrica de materiais aterrados em um lixão e em um aterro controlado, além de avaliar se essa composição varia com a profundidade de amostragem. Constatou-se pouca diferença na composição gravimétrica dos RS entre os aterros. No aterro controlado predominou a massa pastosa (41,2 %), enquanto que no lixão houve maior teor de plástico filme (35,0 %). A composição dos resíduos aterrados não variou com a profundidade de amostragem.

PALAVRAS-CHAVE: Caracterização de resíduos, aterro, reciclagem.

ABSTRACT

The gravimetric composition of solid waste (SW) landfill is basic information for environmental monitoring and projects evaluation. The lack of standard procedures for sampling, the inherent heterogeneity of SW and the different disposal techniques of such wastes or type of landfill, among other factors, have imposed certain limitations to obtain data about landfill gravimetric composition. The objective of this work was to evaluate the difference between the gravimetric composition of SW collected from an open dump and from a controlled landfill and to evaluate if this composition changes with depth of sampling. There was little difference between the SW collected in the two types of landfills. In the controlled landfill pasted mass (41,2 %) was the major component, while in the open dump the plastic film (35,0 %) was the most common material. The SW composition did not change with the sampling depth.

KEYWORDS: Waste characterization, landfill, recycling.

INTRODUÇÃO

Segundo o IBGE (2000), a maioria dos municípios brasileiros (59 %) destina seus resíduos de forma inadequada, em lixões, nos quais não há nenhum tratamento dos efluentes líquidos e gasosos gerados. Entre as outras cidades, 13 % dispõem seus resíduos em aterros sanitários e 17 % em aterros controlados, sendo que somente 2,8 % apresentam sistemas de reciclagem. Essas informações indicam o grande potencial poluidor e de risco a saúde humana, além dos desperdícios de materiais que não são reciclados, associado às formas a disposição dos resíduos sólidos no Brasil. Isso resulta em alto custo financeiro e ambiental, podendo, ainda, comprometer a saúde e o bem-estar da população (Cunha & Caixeta Filho, 2002).

As técnicas de aterros para a disposição de RS no solo são difundidas e aceitas em todo o mundo (Tatsi & Zouboulis, 2002). No entanto, os pro-

cessos que ocorrem no interior desses, como os mecanismos de decomposição, a influência da composição dos resíduos nos riscos de contaminação ambientais e nas técnicas de remediação são aspectos relevantes, que ainda não estão completamente esclarecidos. A composição gravimétrica constitui uma informação importante na compreensão do comportamento dos resíduos, aterrados ou não, e expressa, em percentual, a presença de cada componente, em relação ao peso total da amostra dos resíduos (Melo & Jucá, 2000). Esses estudos contribuem, ainda, para o monitoramento ambiental, na compreensão do processo de decomposição dos resíduos e na estimativa da vida útil da área (Monteiro & Jucá, 1990).

A composição dos resíduos de um local varia em função de diferentes fatores, como o número de habitantes do município, o nível educacional da população, o poder aquisitivo e o nível de renda familiar, os hábitos e os

costumes da população, as condições climáticas e sazonais e a industrialização de alimentos (Vieira et al, 2000). Conforme Manassero et al (1996) citado por Farias & Jucá (2000), as propriedades dos RS aterrados são de difícil quantificação, por esses serem muito heterogêneos, variar em diferentes lugares, pela dificuldade de obtenção de amostras representativas e inexistência de amostradores e procedimentos de ensaios adequados, e ainda, por essas propriedades mudarem drasticamente com o tempo. Tendo em vista as dificuldades em se estudar as características dos RS em aterros, são poucos os dados encontrados sobre o assunto na literatura técnica, sendo que as metodologias de amostragem, por exemplo, por serem inexistentes, variam conforme cada trabalho.

A maioria dos estudos sobre a composição gravimétrica dos materiais presentes nos RS brasileiros é realizada em amostras obtidas dos resíduos recém

coletados, isto é, não aterrados (Cussiol et al, 2006; Jucá et al, 2002; Neto et al, 1999; Oliveira et al, 1999). Além disso, muitos municípios possuem centrais de triagem, onde os resíduos são separados, tornando a composição dos RS coletados diferente da composição dos RS aterrados. Outro fator que pode contribuir a essa distinção, ainda, é que no aterro os resíduos sofrem biodegradação e podem ser misturados com outros materiais inertes. Assim, a determinação da composição gravimétrica dos RS aterrados é mais representativa se for realizada em amostras coletadas diretamente do aterro.

Considerando a carência de pesquisas que subsidiem a recuperação ambiental e o monitoramento de lixões no Brasil, este trabalho pretende gerar informações sobre a composição gravimétrica do antigo lixão São João da Bela Vista, em Passo Fundo, RS. O objetivo deste estudo foi caracterizar as amostras dos RS aterrados no lixão, através da determinação da composição gravimétrica, comparando-as com as obtidas em um aterro controlado existente na área de estudo, além de avaliar diferenças na composição entre diferentes profundidades amostradas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local de estudo

O município de Passo Fundo localiza-se na região Norte do Rio Grande do Sul, a 687 m de altitude. O clima é temperado, com característica subtropical úmido (tipo Cfa na classificação de Köppen), apresentando chuvas bem distribuídas durante o ano e temperatura média anual de 17,5°C (Cunha, 2005). O número de habitantes é de aproximadamente 180 mil. Os resíduos do município são destinados, desde 1991, à Usina de Reciclagem, Compostagem e Destinação de Resíduos Sólidos São João da Bela Vista, que recebe cerca de 120 t/dia de RS, sendo, aproximadamente, 90 t/dia de origem domiciliar. Nessa usina, é realizada a triagem dos resíduos domiciliares visando a reciclagem do papel e papelão, metais ferrosos e não-ferrosos, vidros, plásticos rígidos e parte do plástico filme, sendo o rejeito depositado em um aterro controlado, existente no local. Durante os dez primeiros anos de operação dessa unidade, o rejeito e os RS não triados foram depositos

numa área de, aproximadamente, 3,5 ha, na forma de lixão. Posteriormente, em 2001, foi estabelecido um aterro controlado nessa área. O solo do local (Latossolo) não foi impermeabilizado e o sistema de drenagem de líquidos e gases apresenta baixa eficiência. A cobertura final no lixão foi feita com uma camada de, aproximadamente, 15 a 20 cm de solo argiloso, coberto com gramíneas, e de, aproximadamente, 60 cm no aterro controlado. A disposição dos RS no lixão ocorreu durante, aproximadamente, cinco anos, e no aterro controlado, durante dois anos.

Amostragem

Foram quantificados os percentuais (massa/massa) de massa pastosa (orgânico putrescível e inertes), papel e papelão, plástico filme, plástico rígido, vidro, metais e outros, em amostras de resíduos aterrados no antigo lixão e no aterro controlado. Em cada um desses locais, foram retiradas quatro amostras de duas camadas: 0,60 a 1,2 m e 1,8 a 2,4 m. Foram realizadas duas repetições por local amostrado, totalizando oito amostras.

As amostras foram coletadas em trincheira, as quais foram abertas com uma retro-escavadeira (Marca Case, modelo 580 H). O volume das amostras correspondeu ao volume da pá-carregadeira (0,31 m³). As amostras foram colocadas sobre uma lona, para, posteriormente, os resíduos serem segregados e pesados (base úmida). Os resíduos coletados nas profundidades entre as camadas amostradas foram descartados, evitando-se, assim, a mistura das amostras de distintas camadas.

Avaliações

Para a determinação da composição gravimétrica, os RS foram agrupados em quatro categorias: (i) massa pastosa (orgânicos putrescíveis, como restos de alimentos, folhas, galhos, etc. e inertes, como solo e pedras); (ii) recicláveis, como o papel e o papelão, plástico, vidro e metal; e (iii) outros, que inclui tecido, couro, borracha, madeira, fralda, etc. Os tratamentos comparados foram as duas formas de disposição: lixão e aterro controlado, e as camadas amostradas: 0,60 a 1,2 m e 1,8 a 2,4 m. A análise estatística dos resultados obtidos foi efetuada com o teste T-Student.

RESULTADOS

A percentagem dos componentes analisados pouco variou com a forma de disposição e com as profundidades de amostragem (Tabelas 1 e 2). No aterro controlado, os componentes predominantes nas amostras coletadas nas camadas de 0,6 a 1,2 m e de 1,8 a 2,4 m foram a massa pastosa (41,21 %) e o plástico filme (27,5 %) (Tabela 1). No lixão, o principal componente obtido na composição gravimétrica dos RS foi o plástico filme, representado, principalmente, por sacolas de supermercados, estando essas em grande parte fechadas, contendo no seu interior, em geral, muitos restos de alimentos (Tabela 2).

A comparação dos resultados obtidos nas diferentes profundidades de um mesmo local de disposição mostrou que a composição gravimétrica dos RS não apresentou diferenças significativas. Entretanto, a comparação dos resultados obtidos no lixão com os obtidos no aterro controlado, independentemente da profundidade, ou seja, na média das profundidades de amostragem, mostrou que os percentuais de massa pastosa e plástico rígido variaram significativamente entre essas duas formas de disposição. A média de massa pastosa no aterro controlado foi de 41,21 % e no lixão de 26,9 %, já a de plástico rígido no aterro foi de 4,7 % e no lixão de 9,6 % (Tabelas 1 e 2). Se considerado o nível de 10 % de significância na análise estatística, o percentual de plástico filme também varia significativamente entre as formas de disposição, sendo a média obtida no aterro controlado de 27,5 % e no lixão de 35 % (Tabelas 1 e 2).

A comparação dos percentuais obtidos nos dois locais de disposição e nas diferentes profundidades mostrou que, ao nível de significância de 5 %, somente o plástico rígido variou na profundidade de 1,8 a 2,4 m (5,2 % no aterro e 10,83 % no lixão). Considerando 10 % de significância, porém, o percentual de plástico rígido, na camada de 0,6 a 1,2 m, e de massa pastosa, na camada de 1,8 a 2,4 m, variou entre o aterro controlado e o lixão (Tabelas 1 e 2). Com os resultados obtidos, calculou-se a massa (kg) de cada componente presente em uma tonelada de RS aterrados, estimando-se a massa do total aterrado em um ano. Com base nesses resultados, estimou-se o desperdício de energia, recursos financeiros e matéria-prima decorrente do aterro desses resíduos, no ano de 2004 (Tabela 3).

Tabela 1 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos amostrados no aterro controlado existente na Usina de Reciclagem de Passo Fundo, RS

Componente	0,6 - 1,2 m	1,8 - 2,4 m	Média	kg/t	CV (%)
	------(m/m)-----				
Massa pastosa	42,3	40,1	41,2	412,1	4,2
Papel/papelão	8,0	7,6	7,8	77,9	32,0
Plástico filme	25,6	29,4	27,5	275,1	18,3
Plástico rígido	4,3	5,2	4,7	47,4	15,2
Vidro	1,1	1,3	1,2	12,0	56,5
Metal	2,5	3,4	3,0	29,9	48,6
Outros*	16,2	12,9	14,6	145,7	31,7

* Outros: borracha, couro, tecido, fraldas e madeira.

Tabela 2 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos amostrados no antigo lixão existente na Usina de Reciclagem de Passo Fundo, RS

Componente	0,6 - 1,2 m	1,8 - 2,4 m	Média	kg/t	CV (%)
	------(m/m)-----				
Massa pastosa	30,6	23,2	26,9	269,0	19,6
Papel/papelão	10,6	9,9	10,3	102,8	13,1
Plástico filme	31,5	38,4	35,0	349,6	15,6
Plástico rígido	8,4	10,8	9,6	96,0	17,5
Vidro	3,1	2,6	2,8	28,4	61,6
Metal	4,0	3,1	3,5	35,3	26,0
Outros*	11,7	12,0	11,9	118,8	8,8

* Outros: borracha, couro, tecido, fraldas e madeira.

Tabela 3- Desperdício de energia, recursos financeiros e matéria-prima correspondente aos resíduos aterrados na área da Usina de Reciclagem de Passo Fundo, RS, em 2004

Componente segregado	Quantidade aterrada T	Potencial de reciclagem desperdiçado				Economia obtida com a reciclagem Matéria-prima/ano
		Energia/t	Energia (kWh)	R\$/t	R\$	
Papel/papelão	5.294	71%	18.581,82	127,17	673.234	R\$ 975.355.914 ¹
Plástico	3.220	78,70%	17.064,99	192,02	618.268	R\$ 4.217.949 ²
Vidro	815	13%	521,56	23,2	18.907	R\$ 79.253 ³
Alumínio + Aço	2.033	74%	10.287,69	183	372.065	R\$ 248.494,99 ⁴
Alumínio + Aço	2.033	95%	34.360,08	612,29	1.244.872	10.166 t ⁵

Matérias-primas: ¹Papel/papelão: madeira; ²Plástico: petróleo; ³Vidro: calcário, areia, feldspato e barrilha; ⁴Aço: minério de ferro; ⁵Alumínio: bauxita.

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho mostraram baixos percentuais de massa pastosa (34,06 %), quando comparado aos dados de Melo & Jucá (2000) (51 % no aterro de Aguazinha, 60 % em Muribeca, 60 % no Metropolitan Centro e 60 % no percentual médio de matéria orgânica dos RS não aterrados do Brasil), Malschitzki (1997) (66 % em Curitiba) e Souza et al. (2002), que encontrou 50 % de matéria orgânica e terra em um aterro de Belo Horizonte. É possível que isso esteja relacionado com o fato de já ter ocorrido a decomposição de grande parte do material orgânico nos locais amostrados. Por outro lado, o maior teor de massa pastosa obtido nas camadas mais superficiais (0,6 a 1,2 m), possivelmente, deva-se ao menor tempo de aterro e, conseqüente, de decomposição. Isso, ainda, pode estar relacionado com a predominância de microrganismos anaeróbios nas camadas mais profundas, aumentando a eficiência do processo de decomposição.

O percentual médio de papel/papelão encontrado (9,03 %) também foi menor que o relatado por Melo & Jucá (2000), que obteve 24, 15 e 10,5 % de papel/papelão nos aterros de Aguazinha, Muribeca e Metropolitan Centro, respectivamente, porém maior que o encontrado por Malschitzki (1997) (3 %). Essas diferenças são comuns quando se compara a composição gravimétrica dos RS de diferentes cidades, pois essa varia em função da decomposição desse material, do tempo de disposição no solo, das técnicas de aterramento, do grau de triagem, das diferenças climáticas e das diferentes condições sócio econômicas da população urbana.

A média de plástico filme obtida (31,24 %) pode ser considerada extremamente alta, pois o percentual médio de plásticos (filme, rígido, etc) dos RS urbanos do Brasil é de 3 % (Melo & Jucá, 2000; CEMPRE, 2004). Esse alto percentual de plástico filme deve-se, principalmente, à presença de grande quantidade de sacolas de supermercados nos RS aterrados, indicando que a triagem desse material não vem ocorrendo. Conforme Pinto (2000), os plásticos em aterros dificultam a compactação dos resíduos e prejudicam a decomposição dos materiais putrescíveis, pois criam camadas impermeáveis que afetam as

trocas de líquidos e gases gerados no processo de biodegradação da matéria orgânica. Considerando o exposto por Pinto (2000), a triagem dos plásticos filmes é de extrema importância e deve ser valorizada, para que as condições de aterro sejam melhoradas. Da mesma forma que o plástico filme, a média de plástico rígido obtida (7,2 %) pode ser considerada elevada, pois esse material representa cerca de 4 a 7 %, em massa, nos resíduos sólidos urbanos brasileiros (Pinto, 2000). Assim, o percentual de plástico rígido obtido indica que esse material não vem sendo triado de forma eficiente. A presença desses materiais, assim como os plásticos filmes, traz inconvenientes no aterro, pois apresentam baixa densidade e elevada resistência à biodegradação.

Os percentuais de vidro e metal foram, respectivamente, de 2 e 3,3 % na composição gravimétrica dos resíduos amostrados. Considerando o percentual de participação desses materiais nos RS urbanos brasileiros, que é de cerca de 2 % (CEMPRE, 2004), constata-se que houve uma concentração de metais no solo do aterro, enquanto que o percentual de vidro equivaliu ao relatado para a média nacional, o que se deve a triagem desse último material na usina de reciclagem. O percentual médio dos RS identificados como "outros" (13,2 %), que incluiu borracha, couro, tecido, fraldas e madeira, equivaliu aos valores relatados por Melo & Jucá (2000) (8 % em Aguazinha, 13 % em Muribeca e 10,1 % no Metropolitan Centro) e foi menor que aquele encontrado por Malschitzki (1997) (21 %).

Os resultados obtidos mostram que nos aterros estudados cerca de 52,7 % dos materiais aterrados são do tipo reciclável, 34 % constituíram a massa pastosa e 13,2 % outros materiais, indicando que os RS recicláveis foram predominantes, seguidos da massa pastosa. Os valores obtidos de matéria orgânica e material reciclável no trabalho de Melo & Jucá (2000) foram, respectivamente, de 51% e 41%, no aterro de Aguazinha, 60% e 27% no aterro da Muribeca, 60% e 30% no aterro Metropolitan Centro. Para Malschitzki (1997) esses valores foram de 66 % e 13 %, enquanto que Souza et al. (2002) encontrou 27 % de plásticos, trapos, couros, etc e 23 % da amostra composta por metais, vidros, pedras e outros no aterro sanitário da BR-040 de Belo Horizonte.

Impactos econômicos e ambientais dos materiais aterrados

A produção de bens de consumo utilizando matéria-prima secundária é mais econômica do que a partir de matéria-prima primária, sendo isso proporcionado pela reciclagem de RS. Isso ocorre porque a produção com matéria-prima secundária economiza energia, matéria-prima, recursos hídricos, além de reduzir os custos de controle ambiental e de disposição final dos resíduos (Calderoni, 2003). Na Tabela 3 são apresentadas as quantidades aterradas dos materiais amostrados e segregados neste trabalho, referentes ao ano de 2004, o potencial de reciclagem desperdiçado em função do aterramento e a economia que seria obtida com a reciclagem dos mesmos.

A reciclagem de papel proporcionou a redução de até 71 % de energia Calderoni (2003), o que equivale à redução de 3,51 MWh/t de papel reciclado e à economia de 29,2 m³/t de água. De acordo com D'Almeida & Neves (2000), na produção de uma tonelada de pasta celulósica química virgem são utilizadas 54 árvores de pinus e 34 árvores de eucalipto. Considerando que cada tonelada de papel reciclado economiza cerca de 20 árvores e que, em 2004, cerca de 5.294 t de papel e papelão foram aterradas na área em estudo, estima-se que 105.880 árvores poderiam ter sido poupadas, se essa quantidade de papel e papelão fosse triada e reciclada.

A não reciclagem de plástico, em termos ambientais, tem um grande impacto em função do consumo de energia elétrica, que é maior na produção a partir de matéria-prima primária (resinas termoplásticas) (6,74 MWh/t) em relação à secundária (1,44 MWh/t). A reciclagem de plástico proporciona, ainda, economia de petróleo, pois utiliza a metade do necessário para a produção a partir de matéria-prima primária (Calderoni, 2003). Dentre as vantagens da reciclagem do plástico, deve-se incluir, ainda, o aumento da vida útil e a melhoria da compactação dos RS e do sistema de drenagem de líquidos nos aterros, visto o volume que esse material ocupa, além da economia de petróleo, o qual é um recurso natural não renovável.

Em relação à quantidade de vidro aterrada, estima-se que reciclando as

815 t de vidro aterradas evitar-se-ia o desperdício de 1.084 t de matéria-prima virgem utilizada na fabricação do vidro, como areia (principal matéria-prima), barrilha, feldspato, boro e calcário. A reciclagem do vidro, ainda, economiza 640 kWh em energia elétrica para cada tonelada.

A reciclagem da lata de alumínio gera uma redução de até 95 % na utilização de energia. Na Usina de Reciclagem de Passo Fundo, a quantidade de alumínio triado, em 2004, foi de, aproximadamente, 5,8 t. A reciclagem dessa quantidade resulta na economia de cerca de 28,8 t de bauxita, que seriam necessárias para a produção de novas latas de alumínio.

Os desperdícios relacionados com os materiais não triados, discutidos nesse trabalho, foram estimados com base na quantidade diária de RS disposta na área de estudo, as quais foram projetadas para todo o ano de 2004. Assim, destaca-se que o impacto econômico e ambiental, decorrente do desperdício de materiais recicláveis é muito maior que o projetado, pois a área em estudo vem sendo utilizada como lixão e, posteriormente, como aterro controlado há muitos anos. Esse impacto, entretanto, não foi calculado considerando todos os anos de funcionamento do aterro devido à inexistência de dados sobre as quantidades de RS dispostos no passado.

CONCLUSÕES

A composição dos RS analisados pouco variou com a forma de disposição e não difere entre as profundidades de amostragem. Os RS do aterro controlado apresentam maior teor de massa pastosa e os do lixão maior teor de plástico filme, enquanto que os demais materiais analisados não variaram entre essas duas formas de disposição. Entre os materiais identificados nos aterros da área estudada, os recicláveis predominaram.

REFERÊNCIAS

- CALDERONI, S. *Os Bilhões Perdidos no Lixo*. 4.ed. São Paulo: Humanitas Editora, 346p. 2003.
- CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM. *Brasil ocupa boa posição no cenário mundial de reciclagem*. CEMPRE Informa, n. 75, p.2-3. 2004.
- CUSSIOL, N.A.M.; ROCHA, G.H.T.; LANGE, L.C. *Gravimetric characterization of potentially infectious material in urban solid waste in southern Belo Horizonte, Minas Gerais State, Brazil*. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 22, n. 6. 2006.
- CUNHA, G.R. *Clima de Passo Fundo – Normas climatológicas*. Online. Disponível em <http://www.cnpt.embrapa.br>. Acesso em setembro de 2005.
- CUNHA, V., CAIXETA FILHO, J.V. *Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas*. Gestão e produção, v. 9, p.143-161. 2002.
- D'ALMEIDA, M.L.O., NEVES, J.M. *Reciclagem de Papel*. In: Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE). p.125-141. 2000.
- FARIAS, A., JUCÁ, J.F.T. *Propriedades físicas dos resíduos sólidos do aterro de Muribeca*. In: XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Porto Alegre. 2000.
- IBGE. *Pesquisa nacional de saneamento básico (PNSB)*. Acesso em agosto de 2006. Online. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. 2000.
- JUCÁ, J.F.T. et al. *Diagnóstico de Resíduos Sólidos no Estado de Pernambuco*. In: XXVIII CONGRESSO INTERAMERICANO AIDIS, p.1-11. 2002.
- MALSCHITZKI, I.H. *A experiência do município de Curitiba*. In: I SEMINÁRIO REGIONAL SOBRE LIXO E MEIO AMBIENTE. Passo Fundo, 104 p. 1997.
- MELO, V.L.A., JUCÁ, J.F.T. *Estudos de referência para diagnóstico ambiental em aterros de resíduos sólidos*. In: XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2000, Porto Alegre. 2000.
- MONTEIRO, V.E.D., JUCÁ, J.F.T. *Gestão ambiental no processo de recuperação da área do aterro de resíduos sólidos de Muribeca*. In: III ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA. Recife, 1999.
- NETO, J.P.F. et al. *Determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares do município de João Pessoa – PB*. In: 20º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL; ABES: Rio de Janeiro, p.1-10. 1999.
- OLIVEIRA, S. et al. *Caracterização física dos resíduos sólidos domésticos (RSD) da cidade de Botucatu/SP*. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. v.4, n.3, p.113-16. 1999.
- PINTO, A.G. *Reciclagem de plástico*. In: Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), p.143-155. 2000.
- SOUSA, H.A., ROESER, H.M.P., MATOS, A.T. *Métodos e técnicas aplicados na avaliação ambiental do aterro da BR-040 da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte – MG*. Revista da Escola de Minas. v. 55, n. 4, p.291-300. 2002.
- TATSI, A.A., ZOUBOULIS, A.I. *A field investigation of the quantity and quality of leachate from a municipal solid waste landfill in a Mediterranean climate Thessaloniki, Greece*. Advances in Environmental Research, v. 6, p. 207-219. 2002.
- VIEIRA, S.J. et al. *A escolha de áreas utilizando geoprocessamento para o sistema de tratamento e disposição final de resíduos sólidos*. In: COBRAC 2000 - CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, UFSC, Florianópolis. 2000.

Endereço para correspondência:

Pedro Alexandre Varella Escosteguy
Laboratório de Química do Solo e Resíduos Sólidos
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária
Universidade de Passo Fundo
Caixa-Postal 611
99001-970 Passo Fundo - RS – Brasil
E-mail: escosteguy@upf.br