



III-097 – MODELO DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS COMO TÉCNICA PARA MINIMIZAR OS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO DESPEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM LIXÕES DE COMUNIDADES URBANAS (ESTUDO DE CASO)

Wagner de Aguiar Guedes⁽¹⁾

Químico Industrial pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Mestrando em Sistema de Gestão pela Universidade Federal Fluminense (UFF/LATEC), com ênfase em Qualidade Total. Tecnologista do Inmetro – Inst. Nac. de Metrologia e Qualidade Industrial.

Sergio Pinto Amaral⁽²⁾

Dsc. Laboratório de Tecnologia, Gestão de Negócios e Meio ambiente (LATEC) da Universidade Federal Fluminense (UFF). Mestre em Tecnologia Ambiental no Imperial College da Inglaterra. Engenheiro de Segurança pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ). Engenheiro Químico trabalhando há 26 anos na Petrobras, lotado na Gerência Executiva de Segurança, Meio Ambiente e Saúde.

Endereço⁽¹⁾: Rua Doutor Orrely, 25 - Realengo – Rio de Janeiro - RJ - CEP: 21710-330 - Brasil - Tel: (21) 3331-9400 - e-mail: waguedes@inmetro.gov.br

RESUMO

Um dos grandes desafios das autoridades públicas é o realizar o correto gerenciamento ambiental dos resíduos urbanos gerados em cada domicílio brasileiro e pelas indústrias, sendo conseqüência de problemas sócio-econômicos ocasionados pelo crescimento desordenado das cidades. Atualmente, cada habitante brasileiro gera, em média, 0,5 a 1 kg de resíduos sólidos por dia, o que perfaz a quantidade de 182 a 365 kg por ano. Neste contexto, uma família de 5 pessoas que reside nos centros urbanos produz de 910 a 1825 kg por ano⁽⁷⁾. A Prefeitura do Estado do Rio de Janeiro utiliza o aterro sanitário de Gramacho como principal depósito dos resíduos sólidos provenientes da área metropolitana de maior concentração populacional do país, com aproximadamente 7,5 milhões de habitantes. A maior parte desses ainda é disposta no solo, sem nenhum controle ou cuidado, provocando então sérias conseqüências para o ecossistema e para a saúde humana⁽⁶⁾.

Sendo assim, o presente trabalho visa avaliar o índice do impacto ambiental causado pela disposição do lixo utilizando a metodologia de Listagem de Controle e propor um modelo de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos como uma forma de assegurar um sistema de coleta e transporte adequados e um destino final ambientalmente correto.

Os resultados demonstraram o valor de índice de impacto ambiental igual a -4,37, evidenciando a gravidade dos problemas causados e a necessidade da adoção de medidas normativas, de planejamento, financeiras e operacionais que os órgãos públicos devem desenvolver para tratar o lixo, desde a sua geração até a destinação final, utilizando tecnologias mais compatíveis com a realidade local.

PALAVRAS-CHAVE: Impacto Ambiental, Resíduos Sólidos, Lixo, Tratamento de Resíduos, Gerenciamento de Resíduos.

INTRODUÇÃO

Desde a antigüidade até o século XIX, é costume da população livrar-se dos resíduos sólidos simplesmente atirando-os às ruas, em áreas baldias ou em cursos d'água. Essa prática, que ainda se perpetua até os dias de hoje, transforma o lixo em uma forma dificilmente igualável de proliferação de insetos e roedores, com conseqüentes riscos para a saúde pública que daí derivam, além de ser a causa de incômodos estéticos e de mau cheiro⁽²⁾.

A poluição do solo urbano é proveniente de resíduos gerados pela atividades econômicas que são típicas das cidades, como a indústria, o comércio e os serviços. Entretanto, a poluição provocada por resíduos sólidos é a forma poluente que mais intensamente se manifesta em virtude do alto volume gerado e as características de imobilidade total ou parcial que dificulta o seu transporte no meio ambiente⁽²⁾.



23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

Os resíduos sólidos de uma área urbana são constituídos por desde aquilo que vulgarmente se denomina “lixo” (mistura de resíduos produzidos nas residências, comércio, serviços, no preparo de alimentos, no desempenho de funções profissionais e na varrição de logradouros) até resíduos especiais, provenientes de processos industriais e de atividades médico-hospitalares, sendo o volume de sua produção função de sua procedência, nível econômico da população e tipo de atividade econômica na área onde é gerado ⁽³⁾.

Visando o tratamento e a disposição dos resíduos em condições satisfatórias dos pontos de vista ecológico, sanitário e econômico, a legislação brasileira, segundo a norma ABNT NBR 10004/1997 ⁽¹⁾, classifica os resíduos sólidos em três classes: Classe I (Resíduos Sólidos Perigosos), Classe II (Resíduos sólidos Não-Inertes) e Classe III (Resíduos Sólidos Inertes). De uma forma geral, denomina-se de lixo o conjunto heterogêneo de resíduos sólidos que resulte da atividade da comunidade, podendo ser de origem doméstica, comercial, hospitalar, industrial, serviços e outros.

O volume crescente de resíduos necessita da adoção de sistemas adequados de tratamento. Um modelo de gerenciamento de resíduos sólidos deve preocupar-se com o momento de geração dos mesmos, e não apenas no momento da chegada ao sítio de disposição final ⁽⁸⁾.

No Brasil, a responsabilidade pela disposição final dos resíduos sólidos é das prefeituras e a grande maioria dos resíduos sólidos são dispostos em lixões, e isto tem como consequência a poluição do ar, do solo e dos corpos aquáticos, além de favorecer a proliferação de micro e macrovetores que causam impacto ambiental, ou seja, provocam alteração física em qualquer um dos componentes ambientais. Estas alterações precisam ser qualificadas e, muitas vezes, quantificadas. Conforme a resolução n.º 001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de 23/01/1986 em seu artigo 1º estabelece que essas alterações afetam diretamente ou indiretamente: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais ⁽⁴⁾.

O presente trabalho descreve o modelo de gerenciamento sustentável de resíduos sólidos integrado adequado às comunidades urbanas, visando reduzir os impactos ambientais decorrentes do despejo e tratamento inadequados. Também demonstra a aplicação prática do cálculo do índice de impacto ambiental através do Método das Listagens de Controle, no qual avaliam fatores ambientais potencialmente afetáveis, atribuindo notas de -5 a 5 para cada ação e respectiva consequência.

Para a obtenção dos resultados, foram analisados dados sobre a composição do lixo domiciliar coletados pela Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB), análise gravimétrica do lixo, além de gráficos que demonstram a evolução da produção de resíduos sólidos pela população do município do Rio de Janeiro.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos é um conjunto de ações normativas, de planejamento, financeiras e operacionais que os municípios devem desenvolver, baseada nos aspectos sanitários e ambientais, de forma a tratar o lixo, desde a sua geração até a destinação final, utilizando tecnologias compatíveis com a realidade real.

O modelo proposto está baseado na segregação na origem e na coleta diferenciada de cada tipo de resíduo, destinando cada um a um tratamento específico. Desta forma, resíduos domiciliares são coletados de forma seletiva e encaminhados à unidade de triagem, para posterior reciclagem; resíduos orgânicos são destinados à compostagem e resíduos hospitalares são segregados separadamente devido ao seu elevado poder contaminante.

O Gerenciamento Integrado possui como hierarquia os seguintes tipos de manejo de resíduos sólidos: redução na origem; reciclagem; tratamento e disposição final. Entretanto, o sucesso da adoção dessas medidas depende em muito da compreensão e participação da comunidade. Portanto, a metodologia utilizada a ser em todo o processo é a participativa ⁽⁸⁾.

Na avaliação do impacto ambiental utilizou-se o método da Listagem de Controle, onde as ações estudadas são apresentadas em colunas e as consequências decorrentes da ação nas linhas da listagem ⁽⁹⁾.

A tabela 1 mostra o esquema geral de uma listagem de controle utilizada para avaliação de impactos ambientais.



Tabela 1. Esquema Geral de Uma Listagem de Controle.

Peso	Ação	Nota
P1	Ação 1	N1
P2	Ação 2	N2
P3	Ação 3	N3
...
Pn	Ação n	N4

Conforme a Metodologia descrita por TOMMASI (1994)⁽⁹⁾, atribui-se um peso variando de 1 a 5 para cada ação conforme a sua importância. Às consequências foram atribuídas notas de -5 a +5, sendo que o valor negativo expressa um impacto negativo, 0 (zero) quando o impacto é ausente e o sinal positivo indica impacto positivo.

As notas e os pesos foram atribuídas em virtude do efeito de cada ação sobre o meio-ambiente.

O índice de impacto ambiental é calculado conforme a equação 1 a seguir, devendo se situar entre -5 a +5 obedecendo a escala descrita anteriormente.

$$I \text{ IMPACTO} = \frac{\sum (PA.NC)}{\sum PA}$$

onde: **I IMPACTO** = índice de impacto

PA = peso das ações

NC = nota das consequências

A implantação de um Sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos possui como principais motivos a falta de novas áreas para aterros sanitários; o reaproveitamento de materiais e o aumento da geração de resíduos. O sucesso do processo depende sempre com a participação dos moradores da comunidade e possui as seguintes etapas⁽⁵⁾:

ETAPA 1 – SENSIBILIZAÇÃO

A sensibilização consiste em divulgar as ações iniciais que subsidiarão o projeto, bem como convidar e esclarecer à comunidade a importância e as vantagens advindas da implantação do Sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduos para saúde e bem-estar de todos.

ETAPA 2 – COLETA E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

O lixo deve ser identificado como um problema social. A coleta deve ser realizada de forma adequada, em sacos plásticos dispostos em frente às residências. De forma aleatória, seleciona os sacos para a amostragem, totalizando 100 kg.

ETAPA 3 – PESAGEM

A pesagem deve ser feita em locais públicos para chamar a atenção dos moradores. Todo lixo coletado é pesado e separa-se o papel, metal, vidro, plástico, borracha, madeira e material orgânico.

ETAPA 4 – TRATAMENTO ADEQUADO

Para cada tipo de resíduo sólido deve-se atribuir o tratamento adequado, visando a otimização do reaproveitamento e da reciclagem, diminuindo assim o volume a ser disposto em aterros sanitários.

O papel, metal e o plástico coletados são encaminhados para a reciclagem. A parcela orgânica, causadora dos maiores problemas quando disposta no solo, deve ser submetida ao processo de compostagem se transformando, em cerca de 120 dias, em um excelente composto de adição nos solos.



RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados basearam-se em dados obtidos através da Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB) com relação ao aterro Metropolitanos de Gramacho, situado no Km 4,5 da Rodovia Washington Luiz (Rio-Petrópolis) que sempre foi utilizado como aterro sanitário por ser a solução mais simples e de menor custo operacional para o tratamento final do lixo, constituindo uma área de 1.300.000 m² recebendo em média cerca de 6.700 toneladas de resíduos por dia. A tabela 2 mostra a Análise Gravimétrica do lixo, ou seja, a percentagem de cada um dos componentes do lixo (papel, papelão, vidro, etc...), a partir da relação entre o peso do componente analisado e o peso total da amostra considerada. O conhecimento prévio de parâmetros tais como teor de umidade e peso específico, ajudam na especificação e no dimensionamento dos equipamentos usados na limpeza urbana. As amostras de lixo domiciliar são aleatórias e abrangem diversas áreas na cidade. O plano de amostragem leva em consideração a área territorial, a densidade populacional e o quanto de lixo é coletado nas diversas regiões do Rio de Janeiro. A tabela 3 mostra a quantidade de lixo recolhido no Município do Rio de Janeiro e a Figura 1, uma vista aérea do aterro de Gramacho (Nov. de 2002).

Tabela 2: Análise Gravimétrica do Lixo.

Componente (%) / Anos	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Papel-papelão	22,22	21,85	19,77	18,71	18,78	16,06
Plástico	16,78	19,90	17,61	19,77	17,61	19,17
Vidro	3,68	3,48	3,22	3,52	2,74	2,99
Mat. orgânica	48,51	50,05	51,27	51,65	55,96	53,05
Metal Total	2,75	2,16	2,66	1,96	1,97	1,92
Inerte Total	0,89	0,63	0,94	0,72	0,35	1,46
Folha	1,97	0,72	1,91	1,50	0,60	2,34
Madeira	0,68	0,18	0,44	0,44	0,38	0,66
Borracha	0,33	0,11	0,30	0,29	0,18	0,25
Pano-trapo	1,92	0,79	1,61	1,28	1,21	1,83
Couro	0,21	0,10	0,18	0,10	0,15	0,27
Oso	0,08	0,03	0,09	0,06	0,07	0,01
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Peso específico	168,15	186,10	198,47	169,02	150,81	154,44
Teor de umidade	63,67	63,10	60,91	60,89	63,74	72,49

(FONTE: COMLURB-2005)

Tabela 3: Lixo recolhido no Município do Rio de Janeiro (de 1998 a 2003)

Ano	Toneladas
1998	2.794.329,71
1999	3.095.503,84
2000	2.971.932,41
2001	2.978.478,95
2002	3.238.376
2003	3.134.682

Figura 1: Vista área do aterro de Gramacho.





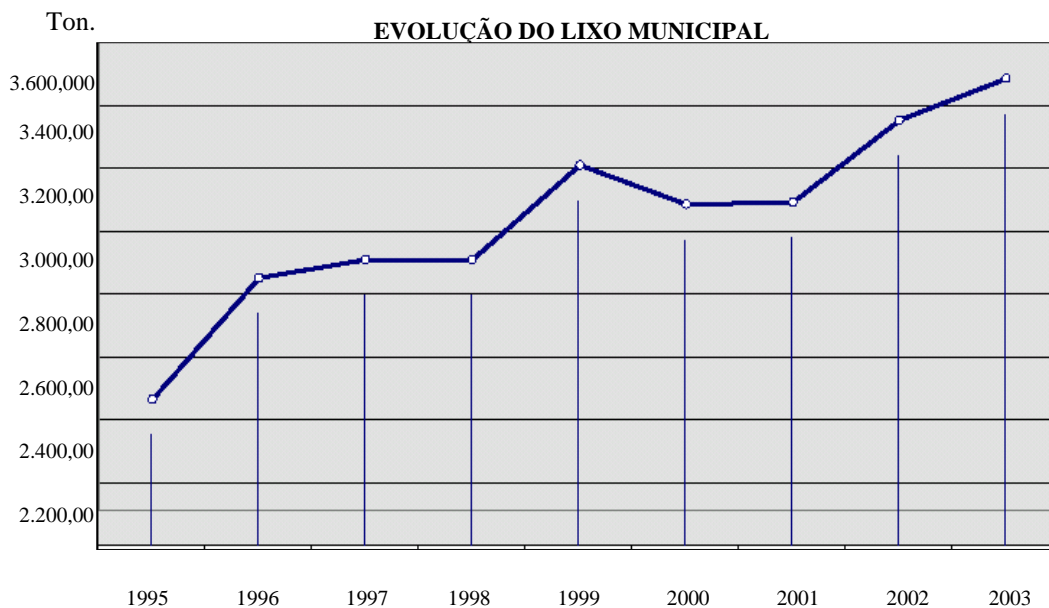
23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

Dos resíduos sólidos dispostos no lixão a grande maioria fica exposta a céu aberto favorecendo a proliferação de micro (moscas, baratas,...) e macrovetores (ratos, gatos, aves,...) que atuam como agentes patogênicos para os catadores que realizam atividades de catação sem nenhuma proteção.

Outro problema refere-se a poluição das áreas circunvizinhas pelos resíduos leves carregados pelo vento, além de propagar odores desagradáveis.

Nas Figuras 2, são mostrados dados da média diária de recebimento de lixo no Município do Rio de Janeiro.

Figura 2: Produção de Lixo no Município do Rio de Janeiro



Os resultados da aplicação do Método das Listagens de Controle para o cálculo do Índice de Impacto Ambiental para o aterro de Gramacho estão dispostos da Tabela 4 a seguir:

Tabela 4: Listagem de Controle utilizada para avaliar os impactos ambientais.

Peso	Ação	Nota	Peso x Nota
5	Exposição de resíduos a céu aberto	-5	-25
4	Poluição de áreas vizinhas	-4	-16
3	Aspectos estéticos	-3	-9
4	Proliferação de microvetores	-5	-20
4	Proliferação e macrovetores	-5	-20
5	Contaminação do solo	-5	-25
5	Contaminação do ar	-5	-25
5	Contaminação de corpos hídricos	-2	-10
5	Contaminação de catadores	-5	-25
Total: 40	-	-4,37	-175

RESULTADOS E CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos podemos demonstrar que:

- A implantação de um Sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos é de suma importância para adotar alternativas coerentes para o tratamento e/ou disposição final dos resíduos sólidos visar minimizar os impactos ambientais.



23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

- O valor de $-4,75$, referente ao Índice de Impacto Ambiental revela a intensidade dos problemas ambientais causados ao meio-ambiente.
- O aterro sanitário de Gramacho necessita de uma recuperação ambiental visando recuperar o manguezal a partir da suspensão do lançamento do chorume (líquido mal cheiroso, de coloração negra, que apresenta elevada DQO – Demanda química de oxigênio) e implementação de formas de tratamento.
- São lançados no lixão além de resíduos sólidos urbanos outros resíduos sólidos industriais e hospitalares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; (1987). NBR 10040/1997 – Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, ABNT.
2. BAIRD, C. Química Ambiental., Trad. Maria Angeles Lobo Recreio e Luiz Carlos Marques Carrera. – 2º ed. – Porto Alegre, ed. Bookman, 2002
3. BRAGA, B. et al. Introdução à Engenharia Ambiental ., São Paulo: Prentice Hall, 2002. pp. (140-158).
4. COPPETEC, Relatório Técnico – Projeto de Controle Ambiental da Área do aterro de disposição de Resíduos Urbanos de Gramacho, Duque de Caxias, RJ, Novembro de 1992
5. DIAS, S.M.F, NUNESMAIA, M.F.S. Diretrizes para Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos . 18º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 1995. Anais. Salvador BA, 1995.
6. GIORDANO, G. Tratamento do Chorume do Aterro Metropolitano de Gramacho - XXVIII Congresso Internacional de Engenharia Sanitária e Ambiental. México, 27-31/10/2002.
7. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (1991). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB, 1989, IBGE.
8. REICHERT, G. A. O Modelo de Gerenciamento Integrado de Resíduos implantado em Porto Alegre. IX SILUBESA – Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia sanitária e Ambiental 1992.
9. TOMASIL, R.. Estudos de Impacto Ambiental. CETESP, São Paulo,1994.