



III-184 - ESTUDO DA COMPOSIÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS PERIGOSOS DOMICILIARES NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS – SP

Jaqueline Aparecida Bória Fernandez⁽¹⁾

Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Professora do curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos - UNIFEB.

Valdir Schalch

Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Livre Docente do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP).

Endereço⁽¹⁾: Rua Chojnice, 153 – Residencial Samambaia – São Carlos - SP - CEP: 13.565-350 - Brasil - Tel: +55 (16) 3373-9534 - e-mail: jaqueboria@gmail.com

RESUMO

O planejamento de estratégias de gerenciamento de resíduos perigosos domiciliares - RPD requer um diagnóstico a fim de quantificar a geração e indicar alternativas adequadas. Para qualquer localidade ou empreendimento, o ponto inicial para o planejamento destas propostas é o conhecimento da situação atual do gerenciamento, incluindo desde a identificação dos tipos de resíduos gerados até o levantamento dos aspectos legais e técnicos relacionados ao tema. As informações quantitativas e qualitativas podem ser obtidas por meio da caracterização física dos resíduos gerados, assim o presente trabalho teve como objetivo principal estudar a composição dos RPD presente nos RSU do Município de São Carlos – SP. A metodologia adotada foi o quarteamento. Os resíduos urbanos levados ao aterro sanitário forneceram uma amostra de 200 kg, que foram segregados manualmente e tiveram os RPD pesados e contabilizados por unidades. Este trabalho foi realizado em duas etapas, sendo denominadas de “inverno” e “verão”, para cada região de coleta de resíduos do município, totalizando o total de 30 amostras. Como resultados apresentam-se os valores obtidos em cada etapa de caracterização, para cada uma das 15 regiões de estudo. Ao final do trabalho, verificou-se a presença de RPD no município, em todas as regiões de estudo e ainda, que o valor (em percentagem) encontrado vai ao encontro dos mencionados pela literatura.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos perigosos domiciliares, resíduos sólidos, gerenciamento de resíduos sólidos.

INTRODUÇÃO

Os resíduos perigosos domiciliares (RPD) têm sido gerenciados juntamente com os resíduos sólidos urbanos (RSU) e essa mistura apresenta um risco potencial de contaminação ambiental, mesmo quando sua destinação final é considerada tecnicamente adequada.

Tais resíduos podem ser caracterizados como perigosos, pois apresentam características físicas, químicas ou infecto-contagiosas, podendo representar riscos à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices e riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada (ABNT, 2004). Alguns tipos podem representar riscos às crianças e aos animais e, ainda riscos aos funcionários de limpeza pública, podendo também contaminar o solo, o ar e as águas (EPA, 1993).

Os produtos ou embalagens que possuem substâncias tóxicas ou inflamável se tornam um problema a medida que são acondicionados com o resíduo doméstico, pois o contato pode tornar o último perigoso. Dessa forma é adequado que os resíduos perigosos sejam acondicionados separadamente dos demais resíduos municipais para evitar a contaminação.

A preocupação com os RPD teve início após alguns estudos de caracterização física, realizados em diversas partes do mundo, que revelaram existir nos resíduos sólidos urbanos (RSU) a presença de resíduos perigosos, que até então eram tidos como resíduos de origem industrial. Essa constatação revelou uma nova área de interesse de investigação, pois identificar quais são estes resíduos e em que quantidade são gerados é essencial para o seu gerenciamento. Contudo, de uma forma geral, devido à ausência de informações, considera-se que a



quantidade de RPD nos aterros sanitários é desprezível e os efeitos adversos sobre o meio ambiente e a saúde pública são negligenciados (SLACK; GRONOW; VOUVOLOUS, 2005).

Os RPD estão sendo apontados como uma importante questão ambiental nos EUA e desde a década de 80 diversas comunidades desenvolveram planos, programas e instalações com o objetivo de desviar os RPD dos resíduos sólidos urbanos (GLAUB, 1996). A preocupação com o tema é justificada pelo desconhecimento do potencial de poluição e riscos à saúde humana e ambiental que pode agravar a característica de periculosidade destes resíduos.

No Brasil, grande parte das cidades apresenta um comprometimento ambiental que resulta na deterioração da qualidade de vida, incluindo a poluição no meio urbano, resultado da má gestão dos RSU, que origina a poluição dos solos, das águas e do ar e compromete a saúde da população.

A fim de reverter essa situação, diversas iniciativas de minimizar os impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente estão cada vez mais presentes no dia-a-dia de algumas cidades, contudo, nas propostas para a gestão e o gerenciamento de RSU não se verificam ações que priorizem a redução do consumo, como preconiza o princípio de redução na fonte ou prevenção de resíduos, e de forma insipiente, encontram-se ações isoladas relacionadas a alguns tipos de RPD. As atuais políticas de gestão e de gerenciamento de resíduos sólidos falham no aspecto preventivo, ou seja, na prática não são aplicados os princípios de prevenção à poluição (P2) e de minimização de resíduos (FERNANDEZ, 2003).

Dessa forma, o planejamento de estratégias de gerenciamento de RPD requer um diagnóstico a fim de identificar a sua geração e propor alternativas adequadas. Para qualquer localidade ou empreendimento, o ponto inicial para o planejamento destas propostas é o conhecimento da situação atual do gerenciamento, incluindo desde a identificação dos tipos de resíduos gerados até o levantamento dos aspectos legais e técnicos relacionados ao tema.

As informações quantitativas e qualitativas podem ser obtidas por meio da caracterização física dos resíduos gerados, assim o presente trabalho teve como objetivo principal estudar a composição dos RPD presente nos RSU do Município de São Carlos – SP.

Principais resíduos perigosos domiciliares

A seguir são apresentadas algumas características dos principais RPD.

- **Pilhas e Baterias**

As pilhas, juntamente com as lâmpadas fluorescentes e os frascos de aerossóis, estão presentes em quantidades significativamente maiores no lixo municipal, quando comparadas a outros resíduos perigosos (IPT, 2000). O perigo destes produtos está na presença de metais pesados que podem migrar e/ou integrar a cadeia alimentar do homem.

As pilhas e baterias podem apresentar características corrosivas, tóxicas, inflamáveis e reativas e ainda, conter os seguintes elementos: zinco, chumbo, níquel, mercúrio, prata. Em alguns casos, as pilhas podem trazer em sua composição, lítio, manganês, cobre e cobalto, que também podem contaminar o meio ambiente.

- **Aerossóis**

O problema encontra-se nos restos das substâncias químicas contidas nas embalagens descartadas. Se houver rompimento da embalagem as substâncias podem migrar para as águas superficiais e/ou subterrâneas, e ainda, podem ter características de inflamabilidade e toxicidade (IPT, 2000).

Como efeito adverso à saúde humana, cita-se o clorofórmio utilizado como propelente em aerossóis, que é considerado um depressor do sistema nervoso central, podendo ocasionar vertigens, pressão intracranial e náuseas (LARINI; SALGADO, 1997).



- **Lâmpadas fluorescentes**

As lâmpadas fluorescentes liberam vapor de mercúrio ao serem quebradas, cerca de 20 mg, podendo ser inalado por quem as manuseia. Ainda, segundo Naim e Garcia (2004), o período de tempo do processo de liberação varia em função da temperatura, podendo chegar a semanas.

- **Tintas, pigmentos, vernizes e solventes**

Quando os produtos, como tintas solventes e vernizes são utilizados em ambientes domésticos, dificilmente tornam-se um problema ambiental, embora tais produtos possam conter cromo, chumbo, pentaclorofenol, etilbenzeno, tolueno, acetona e cresol, substâncias tóxicas e irritantes ao organismo humano (SCHVARTSMAN, 1980). Quando esses produtos se misturam aos resíduos municipais podem conferir a essas características de periculosidade.

- **Medicamentos**

Nos últimos anos vários trabalhos científicos relataram “a presença de fármacos ou seus subprodutos em rios, lagos e águas subterrâneas, inclusive em águas já tratada e destinada ao consumo humano” o que demonstra que algumas dessas substâncias atuam como poluentes ambientais e que o tratamento convencional da água não é capaz de removê-las totalmente, indicando um risco ambiental e sanitário a partir do descarte de medicamentos (CVS, 2007).

Na Suécia, foram identificados no lixiviado de aterro sanitário substâncias que alteram o sistema endócrino humano, e outras substâncias também têm sido relatadas, a partir da análise de lixiviado de aterros sanitários, tais como propyphenazone e ibuprofeno (SLACK; GRONOW; VOULVOULIS, 2005).

- **Inseticidas**

Os inseticidas contêm substâncias consideradas tóxicas, tais como os das categorias de piretróides, organofosforados e carbamatos (LARINI, 1999). O comportamento ambiental dos compostos organofosforados e piretróides, podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1 – Comportamento ambiental de dois grupos de inseticidas

Compostos	Comportamento ambiental	Fonte
Organofosforados	Apresentam alta toxicidade aos mamíferos e são potencialmente tóxicos para aves e outros animais	SILVA E FAY, 2004.
Piretróides	De forma geral, são considerados como não persistentes ao meio ambiente	LARINI, 1999.

Pesticidas e herbicidas são frequentemente encontrados em lixiviados de aterros de resíduos sólidos urbanos como, por exemplo: N-Diethyltoluamide (DEET), benzon, MCPA e mecoprop (2-(4-cloro-2-methylphenoxy) ácido propiônico) são mais comuns e persistentes em condições anaeróbicas de aterro (SLACK; GRONOW; VOULVOULIS, 2005).

- **Colas**

O termo genérico “adesivos” inclui os produtos denominados por cola, sendo classificadas segundo sua finalidade, tais como: cola de contato, cola de uso geral, cola para sapatos, outros. As colas podem conter acetato de butila, de etila, de metila e de polivinila, acetona, benzeno, bórax, cânfora, fenol, epóxi, tolueno, tricloroetano e tricloroetileno, substâncias que podem causar diversos efeitos no organismo humano, tais como irritação cutânea, irritação de mucosas e conjuntivite (SCHVARTSMAN, 1980).

- **Resíduos de serviços de saúde – RSS**

As residências também podem gerar resíduos de características semelhantes aos RSS, tais como: agulhas e seringas, curativos e resíduos de tratamento de saúde domiciliar. O gerenciamento desses resíduos devem ser realizado juntamente com os demais RSS, segundo a resolução do CONAMA n. 358, de 29 de abril de 2005.

A presença dos RSS nos RPD aumenta o potencial de riscos à contaminação ambiental, à saúde humana e aos trabalhadores dos serviços de limpeza pública.

MATERIAIS E MÉTODOS

Durante o ano de 2005, foram realizados trinta trabalhos de caracterização física dos RPD. O método utilizado para o levantamento foi o de quarteamento dos resíduos municipais encaminhados ao aterro sanitário (ABNT, 2004b).

Esse método permitiu a segregação e análise de quinze amostras de RSU, nos períodos de inverno e de verão, considerando que os RSU do Município de São Carlos – SP são coletados em 100% da área urbana, que está dividida em 15 setores, pelo sistema denominado porta-a-porta.

Para a execução da caracterização determinou-se uma amostra média de 200 kg, para cada setor, em cada uma das caracterizações. Os resíduos eram descarregados pelos caminhões compactadores em área previamente determinada no aterro sanitário. Após o quarteamento, a amostra de 200 kg foi cuidadosamente segregada, manualmente, em várias categorias, dentre elas: papel/papelão, metais, vidros, plásticos, rejeitos, orgânicos e perigosos.

Para a separação dos RPD considerou-se as seguintes sub-categorias: pilhas, medicamentos (vidros com resíduos líquidos, comprimidos e cremes), material de resíduos de serviço de saúde – RSS (seringas, agulhas e outros), aerossóis (embalagens), tintas/vernizes/esmaltes/solventes, lâmpadas, baterias, colas e inseticidas, estabelecidas pela pesquisa, conforme está ilustrado na Figura 1.

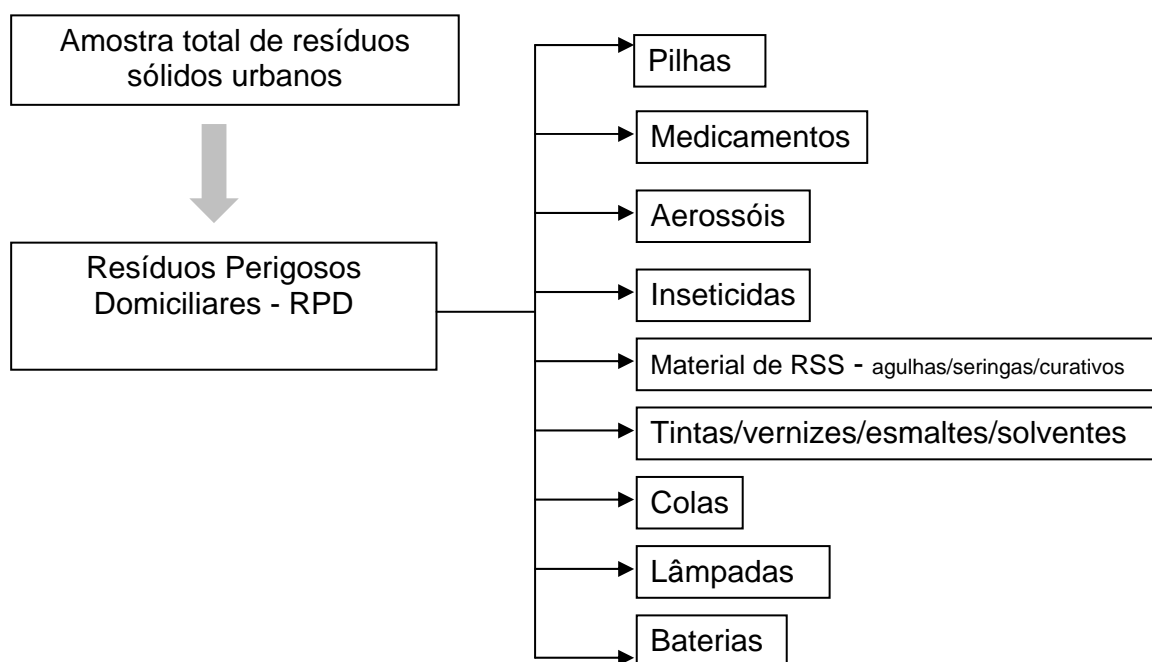


Figura 1 – Esquema das sub-catetgorias de RPD consideradas na caracterização no aterro sanitário, no Município de São Carlos - SP

O conjunto dos RPD encontrado em cada caracterização foi pesado e contabilizado por sub-categorais, em unidades. Os resultados foram tabulados e analisados estatisticamente.

RESULTADOS

No ano de 2005 foram encaminhadas 49.280,12 toneladas de resíduos domiciliares ao aterro sanitário do município de São Carlos. A Tabela 2 mostra a quantidade mensal para o referido ano.



Tabela 2 – Quantidade de resíduos municipais dispostos no aterro sanitário em 2005

Mês	Resíduos domiciliares (t)
Janeiro	4.571,45
Fevereiro	3.917,72
Março	4.214,75
Abril	3.970,63
Maio	3.963,71
Junho	3.812,62
Julho	3.779,71
Agosto	4.066,42
Setembro	3.929,89
Outubro	4.170,64
Novembro	4.170,81
Dezembro	4.711,77
TOTAL	49.280,12

Fonte: PMSC, 2007.

Por meio do trabalho de caracterização realizado, verificou-se a presença de RPD, sendo que na primeira caracterização foram identificadas 161 unidades de RPD, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Total (unidades) de RPD encontradas por setor e total (unidades) de cada categoria - primeira caracterização

Setor	Pilhas unidade	Medica- mentos Unidade	Aeros- sois – sprays Unidade	Inseticidas unidade	RSS - Agulhas unidade	Tintas Corantes Esmaltes Vernizes unidade	Colas unidade	Lâmpadas unidade	Baterias unidade	Total de RPD unidades por setor
1	5	1	0	1	2	3	0	0	0	12
2	1	16	0	3	2	0	0	0	1	23
3	1	7	0	0	0	0	0	0	0	8
4	3	6	0	0	0	0	0	0	0	9
5	0	2	0	1	0	0	0	0	0	3
6	1	15	0	0	0	2	0	0	0	18
7	8	2	0	0	1	1	0	0	0	12
8	1	4	0	0	0	2	0	0	0	7
9	1	3	0	0	0	0	0	0	0	4
10	2	11	1	0	0	2	0	0	0	16
11	1	0	0	2	0	3	0	1	0	7
12	7	4	0	0	0	0	0	0	0	11
13	5	7	0	0	0	0	1	2	0	15
14	5	3	0	0	0	0	0	0	1	9
15	0	3	0	0	0	4	0	0	0	7
Total	41	84	1	7	5	17	1	3	2	161

A composição (em unidades) dos RPD mostra que a maior contribuição é dada pela categoria de medicamentos (52%) seguido pelas pilhas (25%), como está apresentado na Tabela 4.



Tabela 4 - Composição dos RPD (em unidades) encontrados na primeira caracterização, 15 setores de coleta, em Percentual

Tipo de RPD	Composição (%)
Medicamentos	52
Pilhas	25
Tintas, esmaltes e vernizes	11
Inseticidas	4
Material de serviços de saúde (seringas, etc)	3
Lâmpadas fluorescentes	2
Baterias	1
Aerossóis	1
Colas	1

Na segunda caracterização foram encontrados 108 unidades de RPD, conforme a Tabela 5.

Tabela 5 – Total (unidade) de RPD encontradas por setor e total (unidade) de cada categoria, segunda caracterização

Sector	Pilhas unidade	Medicamentos Unidade	Aerossois – spray Unidade	Inseticidas unidade	RSS unidade	Tintas Corantes Esmaltes Vernizes unidade	Colas unidade	Lâmpadas unidade	Baterias unidade	Total de RPD - unidades por setor
1	4	3	2	4	1	0	0	0	0	14
2	12	1	0	0	0	0	0	0	0	13
3	1	0	0	0	1	2	0	0	0	4
4	2	0	0	1	0	0	0	0	0	3
5	2	1	0	2	0	0	0	0	0	5
6	1	0	0	0	0	2	0	0	0	3
7	4	5	0	2	0	1	0	1	0	13
8	2	1	1	0	0	0	0	0	0	4
9	4	0	1	2	0	2	1	0	1	11
10	2	3	0	0	1	0	0	0	0	6
11	0	4	0	0	0	0	2	0	0	6
12	1	0	0	1	0	2	0	0	0	4
13	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
14	6	1	0	0	1	1	0	1	0	10
15	4	2	0	0	0	2	0	0	0	8
total	49	21	4	12	1	12	3	2	1	108

A composição em percentual dos RPD encontrados na segunda caracterização, estão representados na Tabela 6

Tabela 6 - Composição dos RPD (em unidades) encontrados na segunda caracterização, 15 setores de coleta, em Percentual

Tipo de RPD	Composição (%)
Pilhas	45
Medicamentos	19
Tintas, esmaltes e vernizes	11
Inseticidas	11
Material de serviços de saúde (seringas, etc)	4
Aerossóis	4
Colas	3
Lâmpadas fluorescentes	2
Baterias	1



Na segunda caracterização os itens mais encontrados foram as pilhas (49 unidades) representando 45% da composição das caracterizações no período de verão, seguidos pelos medicamentos (21 unidades) representando 19%.

Após a realização das duas etapas de caracterização física, determinou-se a quantidade de itens de cada sub-categoria investigada, conforme ilustrado pela Figura 2 que apresenta o total de RPD (unidades) encontrados, considerando todos os setores amostrados.

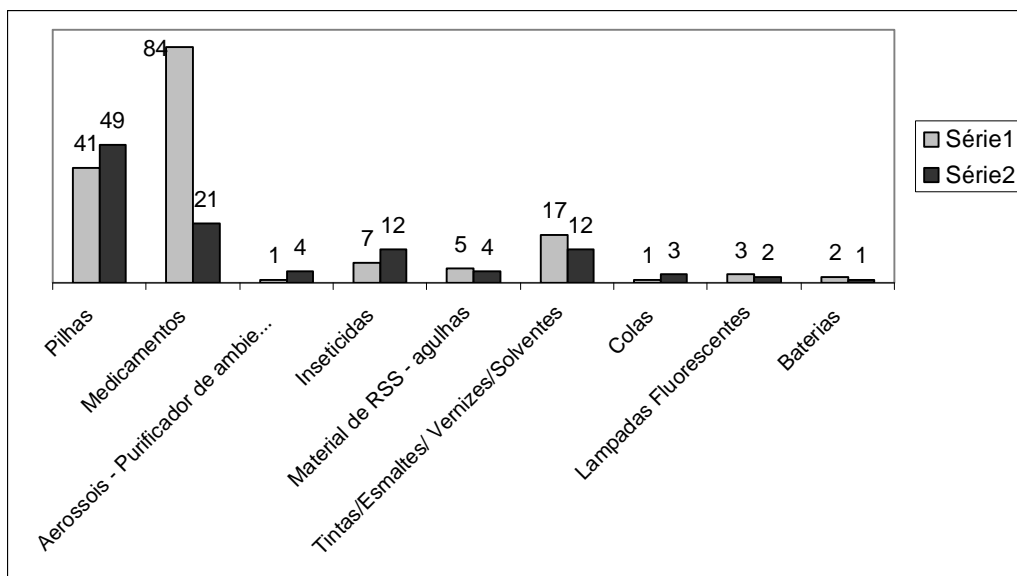


Figura 2 – Total de unidades, por categoria de RPD, encontradas nas caracterizações

Análise Estatística

A Análise de Variância Multivariada (MANOVA) indicou que não existe influência sazonal para a geração de RPD no aterro sanitário de São Carlos, considerando o conjunto dos dados sobre RPD encontrados nas 30 caracterizações ($p=0,6$).

Contudo, na análise individual de cada tipo de RPD, o item medicamentos indicou sofrer influência sazonal, sendo encontrados 84 unidades na primeira caracterização (inverno) e 21 unidades na segunda caracterização (verão). Esse fato pode ser explicado devido a existência de doenças sazonais tais como alergias e doenças respiratórias ou ainda por essas duas épocas de coleta representarem períodos de limpeza doméstica, onde se descarta de uma vez uma quantidade maior de resíduos dessa natureza.

Em relação a MANOVA e o teste de hipótese realizado sobre os 15 setores analisados, considerando as duas caracterizações, a análise estatística ($p = 0,001^{**}$) indicou que os setores possuem uma distribuição de resíduos diferentes entre si.

Extrapolção dos dados obtidos pelo levantamento de campo realizado entre junho e dezembro de 2005

a) Primeira caracterização

Para primeira caracterização, realizada entre junho e setembro de 2005, o total de resíduos que formaram o universo da pesquisa foi de 159.750 kg, levados ao aterro sanitário.

Deste montante, foram retirados no total 3.380,61 kg no qual foram encontrados 8,19 kg de RPD, que representa 0,25% de RPD nos resíduos urbanos do município neste período.



b) Segunda caracterização

Para segunda caracterização, realizada entre outubro e dezembro de 2005, o total de resíduos que formaram o universo da pesquisa foi de 157.410 kg, levados ao aterro sanitário.

Deste montante, foram retirados no total 3.178,95 kg no qual foram encontrados 5,30 kg de RPD, que representa 0,16% de RPD nos resíduos urbanos do município neste período.

Considerando uma média entre o valor estimado para o primeiro e segundo período de caracterização, tem-se o valor de 0,20% de RPD nos resíduos sólidos domiciliares no aterro sanitário em 2005. Sendo que o total de resíduos levados ao aterro, naquele ano, foi de 49.280,12 t equivaleria a aproximadamente 98,56 t de RPD.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento de estratégias para o gerenciamento dos RPD requer informações a respeito da geração destes resíduos, sua composição (tipos) que representam sua presença nos RSU. Ainda, para a melhor eficácia deste gerenciamento, é necessária a participação pública e o respaldo da legislação ambiental em todas as esferas governamentais, estabelecendo as responsabilidades sobre o adequado gerenciamento. Dessa forma, reúnem-se dados que compõem o diagnóstico da situação dos RPD.

Os valores encontrados dos RPD nas caracterizações no município encontram-se dentro dos valores citados na literatura.

Não há influência sazonal para a geração de RPD no aterro sanitário de São Carlos, exceto para o item medicamentos e os 15 setores analisados possuem uma distribuição de resíduos diferentes entre si.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. (2004a). NBR 10.004 – Resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. (2004b). NBR 10.007 – Amostragem de resíduos. Rio de Janeiro, 2004.
3. CENTRO DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – CVS. Norma técnica sobre gerenciamento de resíduos de medicamentos perigosos em serviços de saúde. (fase de consulta pública). Consulta pública n. 2, de 31 de outubro de 2007. D.O.E. de 05 de novembro de 2007. Disponível em: <<http://www.cvs.saude.sp.gov.br>>. Acesso em: 10/maio/2008.
4. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. EPA. Household hazardous waste management: a manual for one-day community collection programs. Washington: U.S. EPA, 1993. (EPA 530-R-92-026).
5. FERNANDEZ, J. A. B. Contribuição para Políticas Públicas: Alternativas de Gerenciamento de Embalagens Cartonadas Pós-consumo. 2003. 160f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). UFSCar, São Carlos, SP.
6. GLAUB, J.C. Resíduos perigosos domésticos. In: LUND, H.F. Manual de reciclagem. Madrid: McGraw-Hill, 1996. V.2, Cap. 21.
7. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. IPT. Lixo Municipal: Gerenciamento Integrado. 2 ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. Cap. 1, p. 3 – 25.
8. LARINI, L. SALGADO, P.E.T. Compostos voláteis. In: LARINI, L. Toxicologia. 3 ed. São Paulo: Manole, 1997. Cap. 4. P. 73 – 120.
9. NAIME, R.; GARCIA, A.C. Propostas para o gerenciamento dos resíduos de lâmpadas fluorescentes. Espaço para saúde, Londrina, 2004. v.6, n.1, p. 1-6, dez.
10. PMSC. 2007. Futuro Limpo. Relatório. São Carlos.
11. SCHVARTSMAN, S. Produtos químicos de uso domiciliar: segurança e riscos toxicológicos. São Paulo: ALMED, 1980.
12. SLACK, R.J.; GRONOW, J.R.; VOULVOULIS, N. Household hazardous waste in municipal landfills: contaminants in leachate. Science of the Total Environment, Reino Unido, V. 337. P. 119– 137. 2005.
13. SILVA, C.M.M.S.; FAY, E.F. Agrotóxicos: aspectos gerais. In: _____. Agrotóxicos e ambiente. Brasília: EMBRAPA Informação tecnológica, 2004.



AGRADECIMENTOS

Ao Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos – UNIFEB, pelo auxílio financeiro.

Ao Núcleo de Estudos e Pesquisas em Resíduos - NEPER, pelo desenvolvimento dos trabalhos de mestrado dos pesquisadores Tássio Matos e Fábio Frésca.