

HIRAM JACKSON FERREIRA SARTORI

**DISCUSSÃO SOBRE A CARACTERIZAÇÃO
FÍSICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARES**

**Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental
Belo Horizonte - Minas Gerais
1995**

49

HIRAM JACKSON FERREIRA SARTORI

**DISCUSSÃO SOBRE A CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE
RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES**

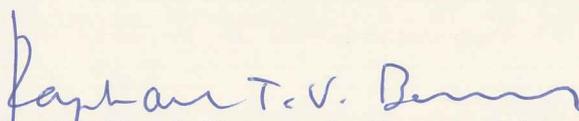
Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Saneamento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Saneamento e Meio Ambiente.

Área de Concentração: Engenharia Sanitária e Ambiental

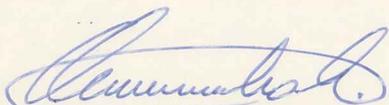
Orientador: Prof. Raphael Tobias de Vasconcelos Barros.

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental
Belo Horizonte - Minas Gerais
1995

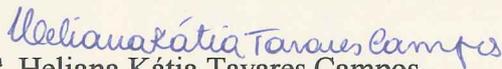
Dissertação defendida e aprovada, em 28 de julho de 1995, pela banca examinadora constituída por:



Prof. Raphael Tobias de Vasconcelos Barros - Orientador
Universidade Federal de Minas Gerais



Prof. Dr. Valdir Schalch
Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo



Eng^a. Heliana Kátia Tavares Campos
Superintendência de Limpeza Urbana



Prof^a. Ilka Soares Cintra
Universidade Federal de Minas Gerais

Aos meus pais.

À minha esposa.

AGRADECIMENTOS

Ao amigo Raphael, e por extensão aos amigos do DESA, pelo respeito, pela atenção e pelo esforço sem os quais seria impossível terminar este trabalho.

À Superintendência de Limpeza Urbana, pela atenção de todos os seus funcionários.

Aos funcionários da Biblioteca da Pontificia Universidade Católica de Minas Gerais, pela solicitude e pela delicadeza com que sempre nos trataram, e aos amigos da PUC, pela companhia constante em nossa vida diária.

A todos os que, de alguma forma nos auxiliando, são parte integrante de uma grande equipe que realizou este trabalho. Sem o seu apoio não teríamos conseguido.

A aqueles que, mesmo não tendo podido participar mais de perto, prestaram atenção o tempo todo, torcendo pela nossa vitória. Obrigado meus amigos.

SUMÁRIO

	Página
Lista de quadros	iii
Lista de gráficos	v
Lista de figuras	vi
Lista de fotos	vii
Resumo	viii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 O ponto de partida	1
1.2 Formulação de uma hipótese	5
1.3 Objetivos	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1 Os resíduos sólidos na história	7
2.2 Aspectos ecológicos, ambientais, sanitários e econômicos	11
2.3 A percepção e a educação ambiental	15
2.4 A importância da caracterização	19
2.5 Definições	21
2.6 Amostragem	22
3. DESENVOLVIMENTO	26
3.1 Metodologia	26
3.2 Fatores intervenientes nas características qualitativa e quantitativa do lixo	28

3.3	Classificações, caracterizações e composições	35
3.4	O estudo de caso da PUC-MG	45
3.5	O caso de Belo Horizonte	58
3.6	A sazonalidade na produção de lixo em Belo Horizonte	69
3.7	A produção de lixo e o consumo de água em Belo Horizonte	77
3.8	A distribuição geográfica de alguns parâmetros	80
4.	CONCLUSÕES	89
5.	RECOMENDAÇÕES	92
	ABSTRACT	98
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99

LISTA DE QUADROS

		Página
Quadro 1	Composição do lixo da PUC-MG obtida na amostragem de 1991	4
Quadro 2	Fases e perdas no manejo do lixo, por Flintoff	23
Quadro 3	Classificação sócio-econômica da população, para amostragem de lixo, por Flintoff	23
Quadro 4	Fatores e parâmetros intervenientes na caracterização do lixo	31
Quadro 5	Qualidades dos fatores intervenientes nas características do lixo	33
Quadro 6	Grau de intervenção dos fatores intervenientes nas características do lixo	33
Quadro 7	Critérios de classificação de lixo e respectivas classes	41
Quadro 8	Tipos de critérios de classificação de lixo	42
Quadro 9	Tipos de referências aos materiais constituintes do lixo	42
Quadro 10	Evolução dos tipos de referências aos materiais constituintes do lixo, no tempo	43
Quadro 11	Evolução dos tipos de critérios de classificação de lixo, no tempo	43
Quadro 12	Dados de produção de lixo no "campus" da PUC-MG de outubro de 1990 a novembro de 1991	46
Quadro 13	Dados de consumo de água no "campus" da PUC-MG de janeiro de 1986 a dezembro de 1990	47
Quadro 14	Composição do lixo do "campus" da PUC-MG, na amostragem de outubro de 1992	51
Quadro 15	Valores estatísticos da composição do lixo do "campus" da PUC-MG, na amostragem de outubro de 1992	52
Quadro 16	Classificação do lixo do "campus" da PUC-MG, na amostragem de outubro de 1992, segundo as possibilidades de incineração	54
Quadro 17	Classificação do lixo do "campus" da PUC-MG, na amostragem de outubro de 1992, segundo as possibilidades de biodegradação	54
Quadro 18	Classificação do lixo do "campus" da PUC-MG, na amostragem de outubro de 1992, segundo as possibilidades econômicas	55

Quadro 19	Composição do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991	58
Quadro 20	Características do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991	60
Quadro 21	Valores estatísticos da composição do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991	60
Quadro 22	Valores estatísticos das características do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991	61
Quadro 23	Valores de volume "per capita", de lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991	64
Quadro 24	Valores de coeficientes de correlação para itens e características do lixo do Município de Belo Horizonte na amostragem de outubro de 1991	65
Quadro 25	Classificação do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991, segundo Schneider	66
Quadro 26	Classificação do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991, segundo Bowerman	66
Quadro 27	Classificação do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991, segundo Pereira Neto	66
Quadro 28	Valores estatísticos para a classificação do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991, segundo Schneider	66
Quadro 29	Valores estatísticos para a classificação do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991, segundo Bowerman	66
Quadro 30	Valores estatísticos para a classificação do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991, segundo Pereira Neto	67
Quadro 31	Valores de coeficientes de correlação para classes e características do lixo do Município de Belo Horizonte na amostragem de outubro de 1991	68
Quadro 32	Dados de produção de lixo no Município de Belo Horizonte, de janeiro de 1991 a dezembro de 1992	69
Quadro 33	Valores estatísticos dos dados de produção mensal de lixo no Município de Belo Horizonte, de janeiro de 1991 a dezembro de 1992	70
Quadro 34	Valores estatísticos dos dados de produção mensal média de lixo no Município de Belo Horizonte, de janeiro de 1991 a dezembro de 1992	72
Quadro 35	valores estatísticos dos dados de transporte mensal de lixo no Município de Belo Horizonte, de janeiro de 1991 a dezembro de 1992	74
Quadro 36	Valores estatísticos dos dados de transporte mensal médio de lixo no Município de Belo Horizonte, de janeiro a dezembro de 1992	75
Quadro 37	Valores estatísticos dos dados de consumo mensal de água no Município de Belo Horizonte, de janeiro a dezembro de 1992	77

LISTA DE GRÁFICOS

			Página
Gráfico	1	Composição do lixo da PUC-MG obtida na amostragem de 1991	4
Gráfico	2	Produção de lixo no “campus” da PUC-MG de outubro de 1990 a novembro de 1991	47
Gráfico	3	Consumo de água no “campus” da PUC-MG de janeiro de 1986 a dezembro de 1990	47
Gráfico	4	Transporte de lixo no “campus” da PUC-MG de outubro de 1990 a novembro de 1991	48
Gráfico	5	Produção de entulho no “campus” da PUC-MG de outubro de 1990 a novembro de 1991	48
Gráfico	6	Composição do lixo do “campus” da PUC-MG, na amostragem de outubro de 1992	53
Gráfico	7	Classificação do lixo do “campus” da PUC-MG, na amostragem de outubro de 1992, segundo as possibilidades de incineração	55
Gráfico	8	Classificação do lixo do “campus” da PUC-MG, na amostragem de outubro de 1992, segundo as possibilidades econômicas	56
Gráfico	9	Classificação do lixo do “campus” da PUC-MG, na amostragem de outubro de 1992, segundo as possibilidades de biodegradação	56
Gráfico	10	Composição do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991	61
Gráfico	11	Desvio padrão para os itens da composição do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991	62
Gráfico	12	Coeficiente de variação para os itens da composição do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991	62
Gráfico	13	Correlação entre “per capita” e peso específico do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991	63
Gráfico	14	Correlação entre taxa de ocupação e “per capita” do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991	63
Gráfico	15	Correlação entre taxa de ocupação e peso específico do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991	64
Gráfico	16	Produção mensal de lixo por Seção de Limpeza Pública no Município de Belo Horizonte, de janeiro de 1991 a dezembro de 1992	71
Gráfico	17	Produção mensal média de lixo por Seção de Limpeza Pública no Município de Belo Horizonte, de janeiro de 1991 a dezembro de 1992	72
Gráfico	18	Transporte mensal de lixo por Seção de Limpeza Pública no Município de Belo Horizonte, de janeiro de 1991 a dezembro de 1992	75
Gráfico	19	Transporte mensal médio de lixo por Seção de Limpeza Pública no Município de Belo Horizonte, de janeiro de 1991 a dezembro de 1992	76
Gráfico	20	Consumo mensal de água no Município de Belo Horizonte, de janeiro de 1991 a dezembro de 1992	78

LISTA DE FIGURAS

		página
Figura 1	“Campus” da PUC-MG	2
Figura 2	Ficha de caracterização de resíduo sólido, por Flintoff	25
Figura 3	Seções de Limpeza Pública do Município de Belo Horizonte	59
Figura 4	Distribuição geográfica dos valores de peso específico do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de 1991	81
Figura 5	Distribuição geográfica dos valores de “per capita” do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de 1991	82
Figura 6	Distribuição geográfica dos valores de taxa de ocupação do Município de Belo Horizonte, na amostragem de 1991	83
Figura 7	Distribuição geográfica dos valores de produção média de lixo do Município de Belo Horizonte, nos anos de 1991 e 1992	84
Figura 8	Distribuição geográfica dos valores de “per capita” de papel do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de 1991	85
Figura 9	Distribuição geográfica dos valores de “per capita” de matéria orgânica putrescível do Município de Belo Horizonte, na amostragem de 1991	86
Figura 10	Distribuição geográfica da densidade habitacional do Município de Belo Horizonte, pelo censo de 1991	87
Figura 11	Distribuição geográfica da arrecadação de IPTU no Município de Belo Horizonte, em janeiro de 1982	88
Figura 12	Edificação para caracterização de resíduos sólidos (a partir de Fonseca)	93
Figura 13	Edificação para caracterização de resíduos sólidos (a partir de Aisse)	94
Figura 14	Modelo de ficha de caracterização de resíduo sólido	95
Figura 15	Modelo de ficha de classificação de resíduo sólido	96

LISTA DE FOTOS

			página
Foto	1	Tambores etiquetados para amostragem de lixo no "campus" da PUC-MG, em setembro de 1991	1
Foto	2	Caminhão de carroçaria aberta, responsável pela coleta de lixo dentro dos limites do "campus" da PUC-MG	45
Foto	3	Lixo do "campus" da PUC-MG, durante a caracterização de agosto de 1992, no Aterro Sanitário da BR-040	49
Foto	4	Atividade de triagem, separação e catação dos operários da SLU, durante a caracterização do lixo do "campus" da PUC-MG, em agosto de 1992, no Aterro Sanitário da BR-040	50
Foto	5	Pesagem das parcelas identificadas de lixo, durante a caracterização do lixo do "campus" da PUC-MG, em agosto de 1992, no Aterro Sanitário da BR-040	54

RESUMO

Este trabalho levanta os parâmetros caracterizadores do resíduo sólido, tanto do ponto de vista da sua qualidade, quanto do ponto de vista da sua produção e da quantidade gerada. Os fatores intervenientes nas características do resíduo sólido e as formas de sua classificação são explicitados e discutidos. Os resíduos sólidos do “campus” Belo Horizonte da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais são caracterizados, e o resultado da caracterização é analisado, à luz de diferentes classificações. Uma caracterização dos resíduos do Município de Belo Horizonte é igualmente interpretada, e relações entre as duas caracterizações são estabelecidas.

O comportamento da produção de resíduos em cada uma das duas comunidades, é analisado em busca de indicadores de sazonalidade.

São apontados procedimentos para apropriação da atividade de caracterização de lixo, com fins de gerenciamento de resíduos sólidos.

1 INTRODUÇÃO

1.1 O PONTO DE PARTIDA

Em setembro de 1991, amostramos o lixo do “Campus” da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, em Belo Horizonte. Com esta amostragem queríamos conhecer o lixo gerado por aquela comunidade, buscando iniciar o desenvolvimento de uma pesquisa na área do gerenciamento dos resíduos sólidos. Para atingir este fim planejamos, da melhor forma possível segundo a nossa percepção naquela época, a caracterização de todo o resíduo sólido coletado em um dia, dentro do referido “campus”, projetando a triagem e a catação do resíduo sólido produzido em cada prédio. À medida que o lixo era removido dos pontos de acumulação, o caminhão responsável pela coleta interna e pelo transporte para o destino final, o transportava para o pátio situado abaixo do Laboratório de Antenas, próximo à Biblioteca, respectivamente os prédios de números 33 e 26 (FIG.1), local no qual despejávamos o lixo sobre o asfalto bem varrido, conforme orientações colhidas na Superintendência de Limpeza Urbana-SLU, separando em seguida os seus componentes. Para identificação da procedência do lixo, todos os tambores foram etiquetados com o número do prédio cujo lixo conteria (FOTO 1). Para aqueles prédios produtores de maiores quantidades de lixo, conforme informação do pessoal da limpeza, foi destinada uma maior quantidade de tambores vazios.

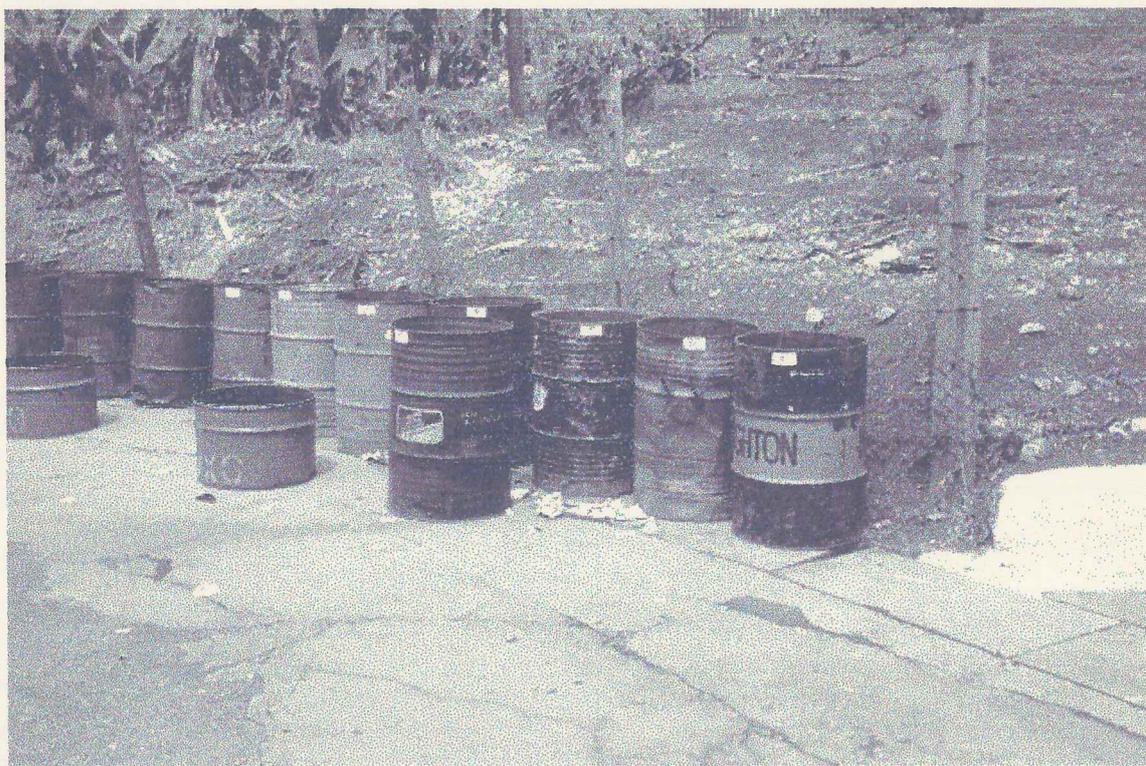


FOTO 1 - Tambores etiquetados para amostragem de lixo no “campus” da PUC-MG em setembro de 1991.

No dia desta amostragem, todo o processo de recolhimento do lixo foi feito de uma forma muito diferente da normalmente utilizada. Além disso, por mais que os funcionários

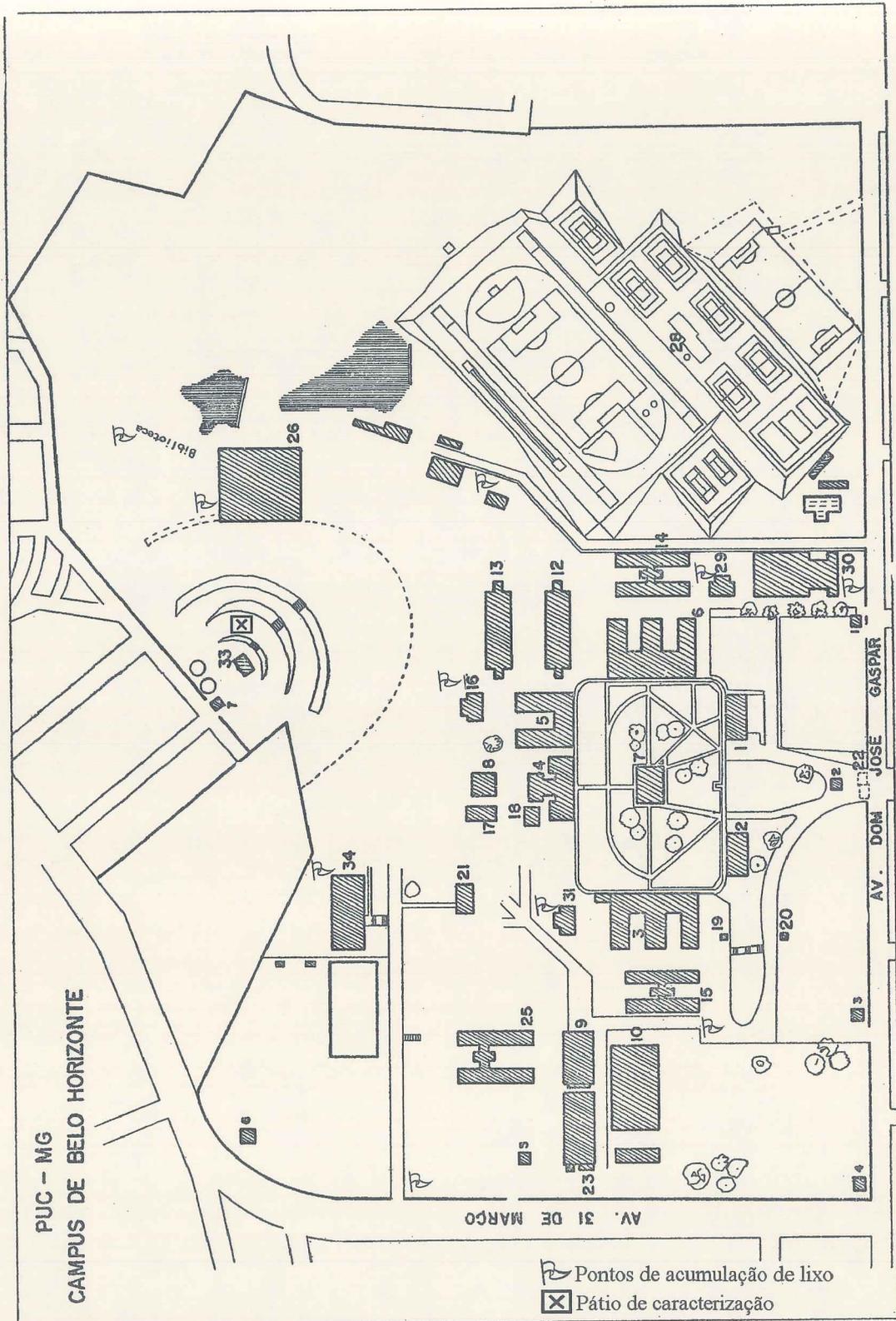


FIGURA 1 - "Campus" da PUC-MG

tivessem sido informados, a novidade provocou-lhes, possivelmente pelo seu interesse em fazer um bom trabalho, grande quantidade de dúvidas, nem sempre solucionadas da maneira correta. Ao projetarmos a amostragem, os tempos necessários para o caminhão deslocar-se dentro do campus não foram computados. Como eram demasiado longos uma vez que o caminhão, pela impossibilidade de se misturar os conteúdos dos tambores, viajava muito vazio, deslocando-se como sempre muito lentamente dentro do campus, os três operários envolvidos na catação ficaram ociosos por longos períodos de tempo e muito sobrecarregados, quando se triava o lixo, o que também contribuiu para um gasto de tempo exagerado. Além disso, após a hora do almoço, uma chuva fina e prolongada impossibilitou a continuidade dos trabalhos. Desta forma, o período de tempo dimensionado para a amostragem dos resíduos foi insuficiente.

Assim, ainda que não tenhamos conseguido conhecer a produção de lixo de um dia de funcionamento do campus inteiro pudemos, a partir daquela amostragem, perceber que:

- a amostragem do lixo, para sua caracterização, exige mais cuidados que aqueles que tomamos;
- o pessoal normalmente envolvido na limpeza necessita, para atuar nas atividades de caracterização de resíduos sólidos, de um treinamento apropriado;
- o ponto escolhido para a execução da caracterização era ideal, se considerada a redução dos impactos ambientais provocados pela intervenção, porém tornou-se inadequado uma vez que, localizado longe do centro de massa da produção de lixo, provocou aumento excessivo das distâncias e conseqüentemente, dos tempos de transporte;
- a equipe de três operários que triava o lixo, ainda que tenha ficado temporariamente ociosa, estava subdimensionada, uma vez que era necessário descarregar o caminhão, esvaziar os tambores, triar o lixo, encher novamente os tambores, pesar o lixo, varrer a sujeira miúda e carregar novamente o caminhão;
- a tentativa de se amostrar de uma só vez todo o resíduo sólido, poderia ter sido substituída por uma amostragem piloto para conhecimento de todas as conseqüências desta intervenção, durante a qual os mesmos problemas ocorreriam, em escala reduzida, sendo as conclusões desta amostragem projetadas para uma caracterização de todo o lixo;
- a composição gravimétrica de um total de 97,90 Kg(provenientes dos prédios 1 a 12) de lixo que ainda assim conseguimos pesar, aproximadamente 10%(dez por cento) da produção diária do campus, foi a que se apresenta no Quadro 1, à página seguinte;
- a distribuição percentual gravimétrica da amostra, pode ser explicitada através do GRAF. 1, à página seguinte;
- a amostra analisada confirma a procedência do lixo, pela exagerada parcela de papel que a compõe;
- a elevada porcentagem do item “outros” indica a necessidade de um maior detalhamento da composição do resíduo analisado.

Componente	PRÉDIOS												Totais Kg
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12		
PAPEL	6,10	8,40	12,90	2,45	9,80	5,20	0,60	0,50	0,20	1,20	29,20	76,55	
PAPELÃO	0,50	0,25		1,25		0,40					0,05	2,45	
VIDRO CLARO	0,20	0,50										0,70	
MADEIRA	0,80		0,40									1,20	
M.O. PUTRESCÍVEL	1,10	0,30	0,25	0,70	1,40	0,50					0,60	4,85	
ALUMÍNIO		0,10		0,20		0,20					0,20	0,70	
TRAPO/PANO		0,20										0,20	
POLIETILENO	0,65	0,05	0,20	0,10	0,15	0,60					0,40	2,15	
FILME PLAST.		0,20	0,20		0,10	0,10				0,05	0,10	0,75	
CERÂMICA	0,90											0,90	
OUTROS	0,20	0,70	0,10	1,00	0,40	2,50	0,30	0,60		0,15	1,50	7,45	
TOTAIS	10,45	10,70	14,05	5,70	11,85	9,50	0,90	1,10	0,20	1,40	32,05	97,90	

QUADRO 1 - Composição do lixo da PUC-MG obtida na amostragem de 1991

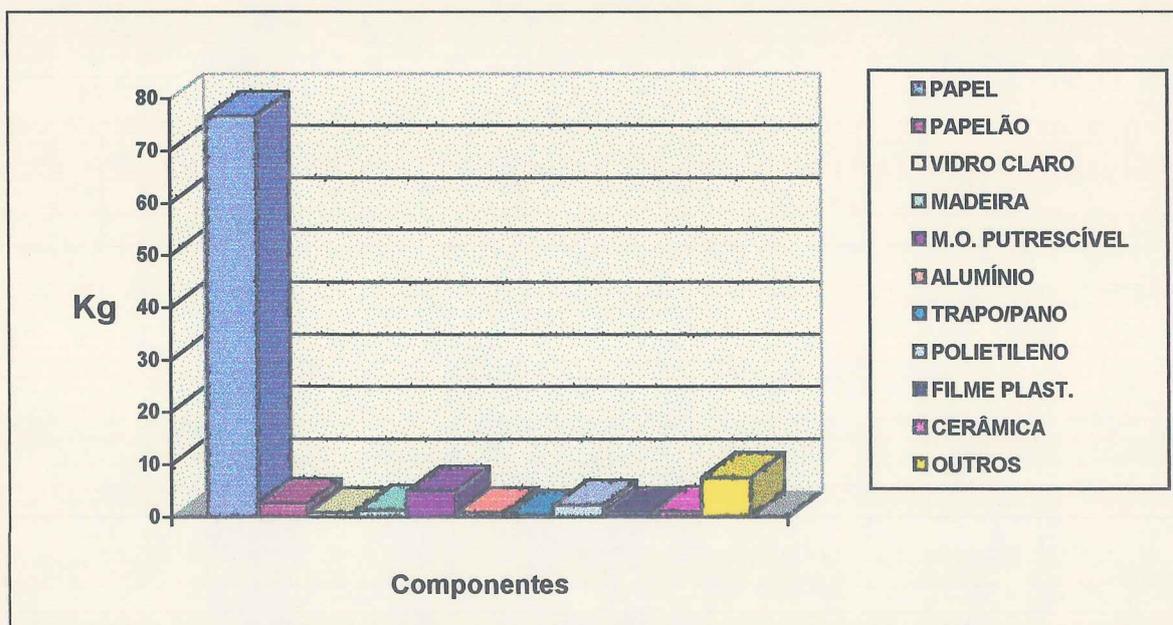


GRÁFICO 1 - Composição do lixo da PUC-MG obtida na amostragem de 1991

1.2 FORMULAÇÃO DE UMA HIPÓTESE

A amostragem realizada no “campus” da PUC-MG demonstrou que, ainda que a caracterização do resíduo sólido apresente grandes dificuldades a serem vencidas, o lixo analisado reflete a comunidade que o produz, no caso uma comunidade universitária de aproximadamente 15.000 habitantes. Este reflexo explicita-se na composição percentual gravimétrica do resíduo sólido, notadamente rico em papel.

O “campus” da PUC-MG é uma comunidade de características muito específicas e muito bem definidas, contida em um espaço urbano contínuo e bem delimitado, fatores que conduziram à correspondência da composição do seu lixo com sua característica principal, a de ser uma comunidade universitária.

A partir destas considerações, novas questões podem e devem ser levantadas, buscando projetar as relações encontradas, entre a comunidade universitária e o seu lixo, na realidade de outras comunidades. Assim as seguintes perguntas devem ser respondidas:

- É possível estabelecer uma relação entre o tipo ou o comportamento de uma comunidade e as características do resíduo sólido gerado por ela, independentemente do seu tamanho?
- Que conjunto de informações é necessário para caracterizar o resíduo sólido de uma determinada comunidade?
- Existe alguma relação entre a localização da comunidade e as características do seu lixo?
- Se tais relações existem, quais as medidas ou quais os métodos mais adequados para buscarmos tais relações?
- O “campus” da PUC-MG seria um local apropriado para o desenvolvimento de pesquisas nesta área?

1.3 OBJETIVOS

Os objetivos do presente trabalho são:

- discutir os fatores intervenientes nas características quantitativas e qualitativas dos resíduos sólidos urbanos;
- analisar as informações que caracterizam a produção de resíduos sólidos de determinada comunidade;
- estudar as condições necessárias à caracterização dos resíduos sólidos urbanos;
- discutir a definição de unidades amostrais urbanas, relativamente aos fatores intervenientes nas características do resíduo sólido urbano;
- discutir a interpretação e a consideração das informações e dos dados obtidos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 OS RESÍDUOS SÓLIDOS NA HISTÓRIA

O ato de jogar fora alguma coisa acompanha o homem aonde quer que ele vá, desde os primórdios da civilização. Consequência direta da escolha entre a parte que nos serve e a parte que não nos serve daquela coisa, este ato nunca teve tanta importância para a humanidade como tem agora e terá daqui em diante.

Historicamente o primeiro fruto da produção do lixo foi a necessidade da sua eliminação (SORIA & CHAVARRIA, 1978, p. 588), fruto que até os dias de hoje é um problema. O trecho abaixo, extraído de ROCHA (1993, p. 22), ilustra a realidade atual:

“Em junho de 1992, nos Estados Unidos, um trem com cerca de duas mil toneladas de lixo da cidade de Nova Iorque estava viajando para o leste, onde sistematicamente era rechaçado nas cidades de Illinois, Missouri, Kansas. O mau cheiro era insuportável e a indignação geral impediu que o lixo fosse destinado aos aterros daquelas cidades”.

Segundo OLIVEIRA apud ROCHA, Op. cit. (p. 16), “o problema do lixo surgiu desde quando os homens começaram a abandonar a vida nômade para se tornarem sedentários”. Em verdade o lixo também contribuiu durante algum tempo para a não fixação geográfica dos grupos que, após certo período consumindo alimentos e jogando os seus restos em um mesmo local, passavam a ter dificuldades de aí permanecer em virtude do acúmulo de materiais diversos, e viam-se obrigados a migrar à procura de novas áreas (BERRÍOS, 1986, p. 8). É também verdadeiro que essas dificuldades se agravaram com a sedentarização, que promoveu a instalação permanente dos grupos em um mesmo local. Esta sedentarização exigiu a construção de edificações mais seguras que as tendas, permitindo que fixado, o homem desenvolvesse a agricultura e domesticasse os animais, obtendo assim recursos mais variados para sua nutrição e para sua proteção, o que evidentemente refletiu-se, já naquela época, numa composição mais variada e numa quantidade maior do seu lixo (Op. cit., p. 9).

Encontramos em HUMAN activities and waste management (1995, p. 2-6) referências a idades e épocas históricas da civilização. Conta-se que os antigos mesopotâmicos jogavam todo o seu lixo nas ruas, a fim de se protegerem contra a invasão das águas de chuvas torrenciais. Este lixo lançado nas estreitas ruelas, era pisado até a compactação, o que fazia o nível da rua se elevar, com o passar do tempo. Desta forma, de tempos em tempos as casas encontravam-se tão mais baixas que a rua, que batia-se a cabeça no teto da porta de entrada. Assim, a única solução para tal problema era a demolição periódica das habitações, sendo o entulho, assim obtido, utilizado para o nivelamento do piso da nova casa, ao mesmo nível ou a um nível mais alto que o da rua. Comenta-se a existência na Índia Antiga, de coleta de lixo casa a casa, realizada por pessoal encarregado. Conta-se que nas cidades da Idade Helênica, como Acrópolis, a poeira e o lixo misturados dominavam a paisagem. Segundo a mesma obra, alguns especialistas dizem que existiam vielas entre as casas, juntando-se aí muita sujeira. Este material era recolhido por operários contratados para a coleta de lixo, sendo lançado em lugares que distavam aproximadamente dois quilômetros da cidade. Nas cidades romanas, os limpadores transportavam os esgotos e o lixo para os subúrbios, derramando-os em covas abertas. Em Roma o local era chamado de “carnarium”. MANFORD apud HUMAN activities and waste management (1995, p. 5)

descreve o estado do “carnarium”: *“A group of holes to which corpses of human beings and animals and all sorts of wastes, too many to explain one by one, were thrown”*.

Na Europa Medieval, para proteger-se de invasores, as cidades eram cercadas por muralhas, tornando-se rapidamente superpopulosas. Os refugos, na maioria das vezes, eram atirados na rua. Em muitas cidades os cidadãos eram proibidos de fazê-lo mas, tais leis, eram completamente negligenciadas. Todos os tipos de resíduos eram acumulados nas ruas e, nos casos piores, pilhas de excrementos se levantavam por toda a cidade. Por outro lado nas cidades italianas e alemãs esforços eram empregados em busca do saneamento urbano. Nesta cidades, belas fontes, que simbolizavam a limpeza, eram construídas, sendo consideradas como monumentos da cidade. Na Paris dos séculos XII e XIII tanto o esgoto quanto o lixo eram lançados em um mesmo canal de drenagem. No século XVII, o Sena atravessava a Paris de então, carregando todo o tipo de imundícies. Na Londres desta mesma época, enormes quantidades de lixo eram lançadas no Tâmis, para que ele as transportasse.

Conta-nos ROCHA (1993, p. 16) que *“nas antigas civilizações os primeiros processos de eliminação de lixo visavam apenas afastar os resíduos e proceder à disposição ao ar livre, quase um simples abandono”*. Tais resíduos eram então facilmente absorvidos pelo meio, uma vez que constituíam-se basicamente de matéria orgânica em quantidades compatíveis com a capacidade de assimilação que ele apresentava, em virtude da elevada diluição proporcionada pela disponibilidade de grandes áreas de disposição.

Se durante muitos séculos o simples abandono foi uma prática sem consequências perceptíveis, tal se deu exclusivamente pela persistência de uma baixa densidade populacional, marcadamente rural, e portanto uniformemente distribuída no espaço. Concentradas as populações entre os burgos e suas muralhas, concentraram-se também os seus resíduos. As fezes, a urina e o lixo lançados nos fossos dos castelos, nos becos e nas ruelas, criaram condições propícias à proliferação dos ratos e à disseminação das doenças. Assim, na Idade Média, milhões de europeus morreram em epidemias de peste bubônica (Op. cit. p. 18).

EHLERS & STEEL, em 1.948 (p. 110), afirmam que *“a coleta e o destino final do lixo foram durante muito tempo deixados à iniciativa particular”*. Até o século XIX, inclusive, os resíduos orgânicos produzidos pelos habitantes das cidades eram espalhados nas ruas, lugares públicos, nos fundos das casas ou nos subúrbios, para serem afastados da presença humana (BERRÍOS, 1986, p. 10). Após ser lançado nos subúrbios, o lixo encontrava-se realmente afastado do ponto de produção, mas na maioria das cidades logo era alcançado pelo tecido urbano, em constante expansão.

BUNDI & BRUNNER (1982, p. 220-221) fazem uma análise histórica do problema. Segundo eles, no século XIX a solução dos problemas relativos aos resíduos sólidos obedecia ao seguinte princípio: *“Todos os despejos devem ser removidos o mais rápido possível das casas e do “habitat” humano, e se eliminarão de maneira que não acarretem danos.”* Esta maneira de conduzir a solução do problema baseava-se principalmente em razões estéticas, uma vez que ninguém queria estar junto destes materiais de aspecto e odor desagradáveis. Por outro lado, considerava-se já que os despejos pudessem ser fonte de epidemias e endemias, tal a sua associação com o surgimento de enfermidades infecciosas. Em princípio os serviços de limpeza pública consistiam na coleta e na evacuação dos resíduos, para manter condições adequadas de higiene, dando-se muita importância à coleta

e realizando a evacuação de maneira improvisada, normalmente descarregando-se o lixo a céu aberto, na periferia da cidade. Esta prática trazia como resultado a contaminação do ar, do solo e da água, constituindo-se no local um novo foco de infecção. O crescimento da população, o aumento da densidade demográfica e o aumento do nível de qualidade de vida, originaram uma discrepância entre a quantidade de resíduos e a disponibilidade de áreas de descarga, aumentando-se assim as distâncias de transporte. Por outro lado a evolução da técnica de aterro não acompanhava o crescimento da produção de resíduos, tornando-se patente a necessidade de novas técnicas de eliminação.

ROCHA (1993, p. 20) apresenta um trecho do cronista Luis Edmundo, datado de 1.900, referente à cidade do Rio de Janeiro: *“A cidade ainda guarda o cunho desolador dos velhos tempos do rei, dos vice-reis e dos governadores, com ruas estreitas, vielas sujíssimas, becos onde se avoluma o lixo[...] cascas de abacaxi, de laranja, papéis velhos, molambos”*.

Contam-nos EHLERS & STEEL (1948, p.110), enfatizando a importância da remoção de dejetos naquela época, que *“observa-se[...] insistência cada vez maior das comunidades para que os governos municipais instalem serviços que as livrem dos efeitos da incúria de alguns”*.

Exemplo interessante de uma época, um edital da Câmara de São Paulo, datado de 15 de outubro de 1722, e apresentado por ROCHA (1993, p. 19), demonstra claramente a preocupação em dispor o lixo nos arredores da cidade:

“Os oficiais do Senado da Câmara desta cidade de São Paulo que presente ao servirmos pela ordenação de Sua Majestade que Deus guarde, fazemos saber a todos os moradores desta cidade, de qualquer qualidade e condição que sejam, que daqui em diante façam botar os ciscos e os lixos de suas casas nas paragens declaradas, a saber, nas covas que ficam abaixo das casas de Garcia Roiz Velho e nas covas que estão atrás da Misericórdia Nova e nas covas que estão defronte de Santa Tereza e somente o façam nestas paragens e as pessoas que fora destes lugares botarem os tais lixos serão condenadas por cada vez em seis mil réis sem que lhes sirva de desculpa o ignorarem onde seus servos botam os tais lixos, pois o deverão examinar e fazer executar como pelo que o presente quartel ordenamos.”

O exemplo acima guarda semelhanças com aquele do “trem de lixo de Nova Iorque” e prova, se comparado ao trecho abaixo, de conteúdo curiosamente semelhante, extraído de OWEN apud GOMES (1989, p. 51), que a questão do afastamento do lixo sempre existiu em todos os lugares:

“...em ruínas da época da antiga Roma, encontrou-se um pilar que continha a seguinte inscrição: “Jogue seu lixo mais adiante, ou você será multado.””

A presença cotidiana dos males e dos incômodos decorrentes da produção do lixo, suscitou práticas, dentre elas o próprio afastamento, que visavam a correção destas situações ou simplesmente o descarte do lixo. OWEN apud GOMES (1989, p. 51) conta que a cidade de Creta foi construída sobre um antigo aterro sanitário, datado de 1900 a.C.. ROCHA (1993, p.18) comenta que já em 105 d.C. os chineses praticavam a reciclagem de resíduos, produzindo papel a partir de trapos usados, restos de redes de pescar e fibras vegetais, prensados com jatos d'água. BERRÍOS (1986, p. 8) conta que, ainda no século

passado, restos orgânicos eram lançados na rua, servindo de alimento aos porcos, que assim os eliminavam e reduziam a insalubridade do meio. GOMES (1989, p. 51) descreve o “Método Harlem”, praticado em Nova York e também na Inglaterra, na época dos Tudors e Stuarts, que *“consistia em simplesmente atirar-se, para a rua, de uma janela da residência, todos os resíduos domiciliares”*. Ainda GOMES (1989, p. 52) comenta que *“na mesma Inglaterra, no ano de 1880, o lixo era empilhado em montes, onde o processo de putrefação logo se iniciava, causando graves problemas de ordem sanitária e de saúde, sem que as autoridades tomassem qualquer providência”*.

2.2 ASPECTOS ECOLÓGICOS, AMBIENTAIS, SANITÁRIOS E ECONÔMICOS

Segundo SORIA & CHAVARRIA (1978, p. 588-592), historicamente o primeiro problema gerado pelos resíduos sólidos foi o da sua eliminação. Os autores comentam que a solução principal que a sociedade tem dado ao problema tem sido bastante primitiva, afastando o lixo da vista, despejando-o na periferia da cidade ou ocultando o problema, enterrando-o. De acordo com os autores, o segundo problema relativo ao lixo tem sido o da proteção do meio ambiente. Diferentemente de outros agentes contaminantes, o resíduo sólido apresenta uma *"irritante permanência no lugar de origem"*, constituindo sempre um foco de contaminação do ar, da água e do solo. Onde quer que se encontre, constituir-se-á sempre numa sobrecarga ecológica de caráter contínuo e irreversível. Além da questão relativa à sua eliminação e daquela referente à proteção do meio ambiente, os autores apontam uma outra, a do esgotamento dos recursos naturais. Afirmam eles que os resíduos sólidos urbanos, industriais, minerais e agrícolas, por sua quantidade e composição, devem ser considerados como recursos estratégicos de metais, minerais e energia, com potencialidades diversas. Nenhum país poderá justificar uma política de resíduos sólidos baseada apenas na sua eliminação. Por meio do aproveitamento dos resíduos sólidos, através da recuperação seletiva das substâncias neles contidas ou de sua transformação em outras, apresenta-se uma solução que pode contribuir para aliviar os problemas, diminuindo as dificuldades e os custos de eliminação, evitando uma maior contaminação do ambiente e auxiliando na conservação dos recursos naturais. Em suma, tratar de devolver ao consumo da sociedade as substâncias e a energia contidas nos resíduos e fazer com que o homem tome da natureza apenas aquela quantidade de matéria-prima de que realmente necessita e que seria correspondente ao seu incremento anual de consumo, é a forma mais autêntica de preservar o meio ambiente, além de ser a atuação mais compatível com as possibilidades tecnológicas da civilização atual. Os resíduos que ainda assim se produzam, deverão ser devolvidos à natureza, da forma mais ecológica possível. Segundo os autores devemos passar o fluxo de produtos e resíduos, da atual economia linear, para uma atualizada e ecológica economia circular, na qual não se deve julgar o rendimento de uma operação de reaproveitamento simplesmente com base no balanço de custos e benefícios obtidos na venda dos produtos recuperados. Nesta economia ecológica, para o julgamento do rendimento da operação dever-se-ão computar a diminuição da dificuldade e dos custos de eliminação do lixo, a melhoria do meio ambiente e a conservação dos recursos naturais.

BUNDI & BRUNNER (1982, p. 219-222) discutem a questão dos resíduos sólidos relativamente a seus aspectos ambientais. Segundo estes autores, em 1971 o Comitê de Expertos em Tratamento e Evacuação de Resíduos Sólidos, da Organização Mundial da Saúde-OMS, reconhecia a necessidade de ter em conta os três estados, sólido, líquido e gasoso, para se evacuar os resíduos de forma que se reduzissem ao mínimo os seus efeitos sobre o meio ambiente. Dizem os autores que *"na atualidade o conceito de evacuação de resíduos tem de ser substituído por outro mais amplo, o da gestão de resíduos, que entende o meio ambiente considerado como um todo"*. Segundo eles, até então tem-se dado aos problemas de evacuação de resíduos sólidos soluções que, por infelicidade, têm criado elas mesmas novos problemas: o aterro sanitário contamina a água, a incineração contamina o ar e a limpeza dos gases de combustão, mediante o emprego de equipamento de controle da poluição atmosférica, pode conduzir à poluição dos recursos hídricos. É chegado o momento de dar um novo enfoque à disposição de resíduos, avaliando o potencial de contaminação do aterro sanitário, da fabricação de composto orgânico e de outros processos, comparando as vantagens efetivas destes diferentes sistemas de tratamento. Hoje

em dia é preciso ter em conta todas as consequências da produção e do descarte dos resíduos sólidos e as possibilidades que estes oferecem.

Continuando sua discussão, os autores afirmam que o conhecimento da ecologia tem levado a uma análise mais ampla dos problemas relativos aos resíduos sólidos. Se antigamente os métodos de tratamento de resíduos sólidos eram considerados como soluções individuais de um problema específico, atualmente os aspectos de saúde pública, os critérios técnicos e econômicos e a proteção do meio ambiente exigem uma análise muito mais completa dos conceitos sobre o tratamento dos resíduos sólidos. As decisões a respeito devem basear-se na comparação de todas as repercussões de cada possível método de tratamento ou disposição. Torna-se necessária uma completa análise das obscuras relações de interdependência existentes, porque só a partir desta análise se escolherá o método ótimo de tratamento, tanto do ponto de vista econômico quanto do ponto de vista ecológico. Segundo os autores trata-se, em última análise, da necessidade de responder a perguntas como: "Em que fase é menos danoso um elemento ou substância?" ou "Em que estado resulta mais econômico tratar um elemento ou substância?".

PRADO FILHO (1991, p. 75) afirma que *"com o aumento da densidade populacional e o conseqüente avanço das áreas urbanas, os métodos convencionais de disposição dos rejeitos, provenientes da atividade humana, tornam-se cada vez mais inadequados e perigosos quando se leva em consideração os aspectos ecológicos e sanitários"*.

Na reportagem LIXO, soluções para não degradar (1991, p. 14-17), os editores abordam alguns aspectos interessantes. Afirmam que o lixo domiciliar deve ser tratado dentro de um contexto industrial, isto é, *"a participação mais efetiva das empresas em programas envolvendo desde coletas seletivas até destinações realmente finais, com a menor descarga possível de poluentes nos ambientes, pode ser encarada quase como obrigatória se se pretender dar solução definitiva ao problema"*. Consultada sobre o assunto, a coordenadora de resíduos sólidos da Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo-Emplasa, comentou que *"os locais de destinação estavam na realidade atuando como áreas de confinamento e não de tratamento, constituindo-se, portanto, em fontes geradoras de poluição"*. Segundo a coordenadora, *"o lixo [...] é composto por materiais heterogêneos e, para ser tratado, não admite soluções homogêneas"*. Assim, não será um aterro ou uma usina de compostagem isoladamente, por maior que seja a sua capacidade, que irá resolver o problema do lixo sem impactos. *"A concepção que está sendo difundida, direciona-se à possibilidade de integrar num único sistema, várias soluções e processos diferenciados que possam dar tratamento e destino final aos materiais que compõem o lixo"*. Concluindo, afirma-se que nenhum sistema integrado para tratamento de resíduos sólidos pode prescindir da separação dos materiais recicláveis do lixo, seja na fonte geradora ou nas usinas de tratamento.

BARROS (1993, p. 198-203) discutindo a geração de dejetos a partir da bioeconomia, entendida como

"estudo do sistema econômico enquanto prolongação do processo de evolução biológica", afirma que *"se os dejetos são reintroduzidos nos ciclos sob forma de matéria e reciclados, pode-se falar em equilíbrio: num ciclo equilibrado, a produção de resíduos é compatível com a rapidez de sua decomposição e, de uma certa forma, de sua reassimilação. Os dejetos precisam de espaço e de tempo para ficar isolados até sua redução completa. Quer dizer, o fluxo de matéria proveniente*

dos depósitos finais, reintroduzido no meio ambiente, deve ser compatível com ele, sem necessidade de novos tratamentos, a curto ou a longo prazo”.

Segundo Barros a política de gestão de dejetos é bastante recente. A idéia, relativamente ao problema é agir preventivamente, a fim de que, diminuindo a produção de dejetos também diminuamos a pressão sobre os recursos naturais, as necessidades de tratamento, de estocagem e de eliminação dos dejetos. Ainda sobre a gestão o autor afirma: *“Uma gestão integrada “sob medida” das particularidades, onde a valorização dos dejetos e o controle da poluição se tornam tão importantes quanto os aspectos técnicos, enfatiza as ações na origem, que permitem a não geração de dejetos”.* Prosseguindo, Barros relata que, na Suíça, busca-se que o sistema de eliminação de resíduos produza apenas resíduos recicláveis e resíduos aptos a serem estocados definitivamente. Naquele país, para o atingimento de tal objetivo, estabelecem-se as seguintes prioridades: evitar, reduzir, triar, gerar, tratar e estocar.

SCHNEIDER (1994, p. 11-24) afirma que

“é mister que se contextualize o lixo enquanto fator cultural, visto como algo sujo, desagradável e marginal, buscando uma nova imagem, centrada nos conceitos de matéria e energia, onde o lixo aparece como matéria “entropizada”, desorganizada, disposta no lugar e momento errados; torna-se necessário, para mudar este estigma, uma conscientização geral, no sentido de “limpar o lixo”, conferindo-lhe os reais valores, perdidos enquanto energia desperdiçada, fora do sistema, ou seja, entropia”.

Segundo a autora todo produto elaborado adquire valor durante o processo de industrialização. Este valor introduzido no objeto é resultante do trabalho e da aplicação de uma soma de energia que será tanto mais usufruída quanto mais longa for a existência deste objeto. No momento em que o objeto for descartado, todo o seu conteúdo de trabalho, energia, informação e valor é descartado com ele. Este descarte, se for considerado como ponto final, causa o caos, causa a desordem, aumenta a entropia. Diz a autora que

“pode-se perceber a grande quantidade de energia que é dissipada de forma irreversível, na elaboração de objetos descartáveis: um simples copo de vidro grosseiro pode ser usado repetidas vezes, durante alguns anos, enquanto que um copo de plástico, para cuja fabricação foi consumida a mesma (senão maior) soma de energia é usado uma só vez, sendo em seguida queimado ou desintegrado, restituindo-se a energia em forma não utilizável”.

Na mesma linha de raciocínio, a autora aponta a conveniência da reciclagem de produtos dizendo: *“Os resíduos finais de toda a atividade humana [...] contêm na verdade significativas quantidades de energia potencial na forma de compostos orgânicos, informação, calor, nutrientes”.*

ZEPEDA (1993, p. 48-66) analisa o setor de resíduos sólidos na América Latina, afirmando que, segundo as estatísticas da Organização das Nações Unidas-ONU, em 1975, de um total de 320 milhões de habitantes, 198 milhões eram população urbana. No ano de 1990 estes dois valores atingiram 448 e 323 milhões de habitantes, respectivamente. Para o ano 2000 estima-se que cheguem a 540 e 416 milhões de habitantes. Com uma análise simples destes valores, o autor nos mostra que em 15 anos o percentual da população urbana na América Latina saltou de 61,87 para 72,09 %, e que chegará ao final do século valendo 77,03 %. De outra forma é possível afirmar que no período de 1975 a 1990, a população urbana cresceu 63,13 %, devendo crescer mais 28,79 % durante esta década. Continuando sua análise o autor comenta que até 1960 a geração de resíduos por pessoa era de aproximadamente 200 a 500 g/hab.d (gramas por habitante por dia). Hoje esta

mesma geração situa-se entre os 500 e 1000 g/hab.d, chegando, nos países desenvolvidos, a valores até quatro vezes maiores. Nesse mesmo período passou-se, segundo o autor, de um resíduo denso e quase completamente orgânico a um resíduo volumoso, parcialmente não biodegradável e com percentuais crescentes de materiais tóxicos. Reforçando sua preocupação relata que *“a quantidade diária de resíduos sólidos que se geraram em 1990 na América Latina, foi de 250.000 toneladas. Para coletar e dispor este resíduo, se necessita uma frota de 25.000 caminhões coletores e 300.000 metros cúbicos diários de espaço para enterrá-lo sanitariamente”*. Diz ele que o problema é grande nos grandes centros, sendo grande também nas cidades de médio e pequeno portes, as quais sofrem o agravante de estarem geograficamente mais afastadas dos centros de desenvolvimento tecnológico, de decisão e de informação. Completando este quadro, o autor afirma que a população não está inteirada dos problemas ambientais e de saúde causados pela inadequada destinação dos resíduos sólidos e, além disso, não se organiza e nem participa das soluções. Sobre este aspecto o autor relata: *“considerando que entre 20 e 25 % dos habitantes urbanos vivem em zonas marginais, onde a infra-estrutura viária é deficiente e a capacidade de pagamento é baixa, é necessário conseguir a participação comunitária no planejamento, na operação e muitas vezes na supervisão dos serviços”*.

Relativamente aos aspectos institucionais condicionantes do problema, segundo o autor a tendência para formação de empresas autônomas na região é claramente ascendente, ainda que por outro lado observe-se uma inclinação a brindar concessões a empresas privadas, para a prestação do serviço. Nas cidades médias e pequenas prevalece a administração municipal direta dos serviços. Nas empresas de limpeza pública são encontrados alguns fatores que condicionam a qualidade e a eficácia dos serviços prestados, dentre os quais cita: falta de clareza de objetivos; pessoal não qualificado; falta de dados, custos e outros indicadores para tomar decisões; influência política exagerada na administração; recursos financeiros inferiores aos necessários. Sobre este último fator o autor diz: *“as crises econômicas nos países tem produzido uma escassez de recursos financeiros que tem obrigado os serviços [de limpeza urbana] a tomar algumas das seguintes medidas: prolongar a vida útil dos veículos a custo de uma maior manutenção; usar os veículos em dois turnos, ainda que diminuindo a sua vida útil; buscar métodos não convencionais de coleta que requeiram menor capital inicial.*

Finalizando o autor afirma que

“ainda que historicamente em outros campos da engenharia ambiental tenha havido uma centralização na tomada de decisões e no estabelecimento de políticas que permitiram avanços nos aspectos técnicos, administrativos, gerenciais e financeiros dos serviços, a limpeza pública nunca passou de uma atividade municipal de segunda ordem. A nível técnico muitos países já contam com um grupo de pessoas capacitadas que pode servir como núcleo para programas mais ambiciosos. Entretanto nota-se a nível administrativo e institucional a carência de quadros de nível alto e médio. Percebe-se também uma deficiência na preparação dos quadros de nível médio e operativo, como supervisores, inspetores e operários. A debilidade dos serviços municipais, sobretudo nas cidades de pequeno e médio porte, torna difícil que tenham programas de capacitação, uma vez que não existem mecanismos que permitam a cooperação horizontal de entidades mais desenvolvidas, nacionais ou estrangeiras. O mesmo pode ser dito de áreas como as de uso de tecnologias adequadas e de participação comunitária”.

2.3 A PERCEPÇÃO, A PARTICIPAÇÃO E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Considerando que o nosso ponto de partida foi um trabalho desenvolvido dentro de uma instituição de ensino, entendemos ser conveniente conhecer a opinião de diferentes autores sobre a percepção e a educação ambiental.

AISSE (1987, p. 50) descreve um projeto-piloto, que para uma determinada microbacia, desenvolve a coleta e o processamento descentralizados do lixo, com envolvimento da população local. Segundo o autor, o projeto buscou testar uma proposta anterior, a qual sugeria que o lixo fosse coletado por pequenas áreas de contribuição, utilizando-se para isso de equipamentos simples e de pequeno porte, além de mão-de-obra local e preferencialmente desempregada. Nesta experiência a coleta do lixo não se baseou nos clássicos caminhões compactadores, mas sim em camionetas com carretas especialmente projetadas para tal atividade. O processamento do lixo compôs-se de uma triagem, seguida de compostagem artesanal. Objetivou-se durante todo o tempo transferir conhecimentos aos 17 participantes do projeto, todos residentes nas proximidades de uma favela, a fim de que com esses conhecimentos formassem uma associação, tornando-se independentes da tutela da administração pública. Sobre a participação da Universidade (Pontifícia Universidade Católica do Paraná-PUC-PR) neste trabalho, o autor conclui:

“verifica-se o atendimento de suas [da Universidade] vocação e missão; o aprimoramento do saber ao se enfatizar os aspectos didáticos e de investigação do projeto onde igualmente encontram-se envolvidos professores, técnicos e acadêmicos de cursos como engenharia civil, arquitetura, química e biologia; a extensão e a democratização do saber revelados por vários aspectos como: cessão de área do “campus” para implantação da usina, intercâmbio de conhecimentos entre os técnicos de vários órgãos envolvidos, bem como entre os funcionários da usina; repercussão social do empreendimento, ao se envolver 17 famílias e, num entorno maior, a população dos bairros Parolim e Prado Velho(aproximadamente 10.000 pessoas) ”.

SERTÃ & EIGENHEER (1987, p. 68-75) assim resumem sua experiência relativa à coleta seletiva em áreas verticais:

“Através de seu Programa de Assistência Técnica e Assessoria Empresarial (PATAE), a Universidade Federal Fluminense(UFF) vem desenvolvendo, desde 1985, projetos de pesquisa na área de coleta seletiva de lixo. Ao aplicá-los nas mais variadas situações sócio-econômicas, visa obter indicadores para elaboração de vastos programas que possam colaborar no equacionamento do grave problema que representa, para a maioria dos municípios brasileiros, o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos. A idéia básica [...] é que sejam separados na própria fonte, materiais recicláveis ou reutilizáveis, que normalmente não são aproveitados. A partir do simples ato de separar, em vasilhames especiais, materiais que seriam misturados com outros componentes do lixo doméstico, inicia-se um processo de enormes consequências ambientais, sociais, econômicas e educacionais, onde têm a ganhar o serviço público, a iniciativa privada, a comunidade e o meio ambiente”.

Na conclusão de seu trabalho, os autores dizem que houve boa resposta comunitária nos dois edifícios participantes, sendo que em um deles a experiência continuou, mesmo na ausência de monitoramento. É importante, segundo eles, para um efetivo envolvimento da comunidade, que as experiências surjam da vontade dos moradores e administradores.

ABREU (1990, p. 398-405) pesquisa sobre a realização de estudos relacionados à coleta e triagem do lixo, com participação ativa da população. Para ele *“as habilidades de um determinado indivíduo, somadas às dos demais habitantes de uma localidade, parecem influenciar a qualidade da vida coletiva de forma que, a competência da comunidade em atender às necessidades de seus membros, depende não somente de sua história passada, enquanto coletividade, mas também das constantes alterações comportamentais dos indivíduos que a compõem. A aquisição e a modificação de comportamento necessárias ao aprimoramento coletivo e individual são regidas pelos princípios da aprendizagem.[...] Essas alterações são favorecidas quando certos comportamentos apresentados por pequeno número de pessoas de uma localidade são tomados, por alguma razão, como regra para o grupo, estabelecendo contingências para que todos os adotem”*.

Ou seja, deve-se empregar os princípios da aprendizagem ao se executar trabalhos voltados para o aumento da competência das comunidades. Abreu relata experiências de outros autores com crianças e com adultos, tendo-se conseguido mais facilmente, nestas experiências, a participação dos primeiros. Em todos os casos, a concessão de recompensas associadas ao atendimento do objetivo, incentivou a participação, melhorando a resposta das pessoas envolvidas.

Sobre as recompensas, que o autor chama de *reforçadores*, diz que são artificiais, pois *“não é fato corriqueiro na sociedade o recebimento de pagamento por volume de lixo”*. Abreu realizou dois estudos em uma favela: *“Estudo I: coleta dos resíduos nas residências”* e *“Estudo II: triagem domiciliar dos resíduos sólidos”*. Relativamente ao Estudo I afirma que

“o comportamento dos habitantes da favela passou a ser influenciado pelo fato de ser mais econômico, em termos de custo de respostas, entregar os resíduos aos coletores que levá-los às plataformas (recolhidas por caminhões, no sistema anterior de coleta) ou jogá-los em qualquer lugar, arriscando-se a ser flagrado pela vizinhança. A valorização do ato de entregar o lixo aos coletores e a explicitação das relações entre comportamento coletivo e qualidade ambiental, por parte da equipe de coleta, podem, também, ter-se constituído em importante fator na mudança de comportamento da população”.

Sobre o outro estudo diz: *“A exigência de que os resíduos passassem a ser triados para que fossem coletados mostrou-se condição apropriada para influenciar o comportamento dos habitantes da favela. Ficou atestado que o valor apurado da venda dos resíduos, em qualquer dos dois estudos, seria insuficiente para a remuneração dos dois moradores responsáveis pela coleta. Apesar disso, os resultados dos dois estudos confirmam a possibilidade de controle da disposição do lixo. Ao autor, enquanto psicólogo, coube o papel de consultor na análise e escolha das várias possibilidades de planejamento das ações e das condições que poderiam influenciar a coletividade. Uma vez adequadamente dispostas certas condições, as coletividades podem tornar-se mais autônomas e independentes para tomar as decisões que as beneficiam, conclusão exemplificada pelo fato de que, finda a fase de coleta de dados do estudo, o programa manteve-se inalterado por um período de um semestre.*

PESSIN (1991, p. 56) recomenda, após ter caracterizado os resíduos domésticos de Caxias do Sul, a implantação de um Programa de Educação Ambiental nos três níveis de ensino, devendo ela fazer parte de um currículo contínuo, iniciado nas escolas primárias, sendo imprescindível a formação de uma equipe multidisciplinar formada por vários

4.3

apud Santou

segmentos da sociedade, tais como a indústria, a prefeitura do município, a universidade, as escolas, os órgãos de controle ambiental e as entidades ecológicas, entre outros.

KUHNEN (1993, p. 300-310) ao discutir os aspectos técnicos e psico-sociológicos de um programa de coleta seletiva em Florianópolis diz, já nas primeiras linhas:

“A complexidade sócio-ambiental das cidades brasileiras, decorrente de um longo crescimento predatório, tanto no que diz respeito ao meio ambiente quanto às condições de vida da população, culmina na emergência de uma nova postura de enfrentamento desta problemática. Esta postura deve orientar modos de viver alinhados num esforço coletivo, direcionados à formulação de propostas concretas, deslocando-se do campo teórico/intelectual às práticas políticas e sociais”.

Continuando a autora afirma que aos resíduos urbanos são atribuídos adjetivos como “inútil” ou “desprovido de valor”, devendo o mesmo desaparecer a qualquer custo. Kuhnén ressalta ser importante observar que, a perspectiva cultural predominante, de encarar os resíduos como algo sem utilidade e valor, é a raiz de uma série de problemas associados a estes materiais. Referindo-se à triagem domiciliar seguida de coleta seletiva, a autora diz que

“a medida possibilita a mobilização e o engajamento da sociedade civil na questão da saúde e do meio ambiente, incorpora um compromisso social de responsabilidade conjunta quanto à qualidade de vida. A reorganização do comportamento individual, familiar e das associações de moradores, diante do gerenciamento deste programa, requer interação entre os agentes e destes com o meio ambiente, alicerçando uma representação social deste último”.

Neste ponto a autora explica que a representação social é elaborada através de percepções, de informações, de conhecimentos de sistemas de valores das relações vividas historicamente e na cotidianidade. Sobre os programas de reciclagem, Kuhnén diz acreditar-se que impliquem na triagem dos resíduos na fonte produtora. Desta forma podem auxiliar os indivíduos a serem mais conscientes do volume e dos tipos de lixo que geram, do desperdício, do consumo exagerado e da sobrecarga que isso traz à natureza. Continuando ela explica que

“ao elaborar essa concepção o ser humano estará concretizando a consciência de cidadania. A experiência em tratar os resíduos urbanos de forma multidisciplinar, com técnicos de psicologia, serviço social, sociologia, saneamento e pedagogia, tem possibilitado a abrangência no entendimento desta questão e também de outras inerentes ao processo. Trabalhos neste enfoque exigem interdisciplinaridade, até porque a educação ambiental e a participação comunitária são o eixo fundamental do processo de implantação[...]”.

A autora conclui que a pesquisa psico-sociológica justifica-se por tratar-se de uma política pública participativa, na qual a eficácia da proposta vincula-se à obtenção, por parte da população, de uma representação social baseada na valorização do meio ambiente.

Referindo-se ao mesmo assunto, SCHNEIDER (1994, p. 67-68) diz que a educação ambiental deve ser feita por meio da rede escolar, dos meios de comunicação de massa e das atividades sociais e culturais do dia-a-dia. Segundo ela o envolvimento de institutos, universidades e organismos de fomento à pesquisa, a fim de se buscar o conhecimento aprofundado dos ecossistemas, é de grande importância na eliminação das lacunas de informação, propiciando um melhor entendimento do papel da educação no nosso tempo e em nossa sociedade.

4.3

1

apud Santou

CINTRA (1994, p. 62) sustenta que é preciso estudar muito bem o relacionamento entre o lixo e aquele que o produz, uma vez que é o produtor do lixo quem pode alterar a sua composição. Segundo a autora, a percepção do meio ambiente é uma nova abordagem da questão ambiental, lidando com a interação homem/meio ambiente, e não mais apenas com a natureza ou apenas com o homem.

Atm

MOURA (1994, p. 42-51) discutindo a questão urbana ressalta a importância do planejamento, da visão holística desta questão e do trabalho em equipes multidisciplinares, nas quais estão representados a comunidade, os técnicos e as instituições, porque é fundamental para um urbanista a necessidade da visão holística do mundo urbano, do desenvolvimento do trabalho em equipes multidisciplinares, assim como do planejamento participativo. Segundo ela a cidade passa a ser vista não de forma totalizante e estanque, mas sim como *“um conjunto complexo de variáveis inter-relacionadas, que em situações diferentes apresentam sistemas diferentes de correlações”*. De DRANG et alli, Op. cit. (p. 48), apresenta a idéia de que *“as pessoas não conseguem sempre se expressar por meio de respostas exatas”*. Conclusivamente afirma que *“cada nicho urbano deve ser trabalhado segundo suas características, com uma abordagem individual e com o envolvimento da comunidade, esperando-se efeitos de irradiação dos resultados”*. Torna-se fundamental, segundo a autora, a visão dinâmica das questões, fugindo da lógica binária e de avaliações rígidas que são, muitas vezes superficiais e não retratam a complexidade da realidade.

int

MATHEWS (1994, p. 12) afirma que a mudança de rumo em busca do desenvolvimento ambiental e economicamente sustentável, vai requerer o fim da *“superespecialização e da compartimentação”* que têm sido a moda em muitas instituições. Novas abordagens interdisciplinares podem unir especialistas em todas as disciplinas acadêmicas, administrativas e de planejamento, intelectuais e o público em geral. *“Ninguém individualmente, nenhuma ciência ou instituição é capaz de realizar esta transição”*.

2.4 IMPORTÂNCIA DA CARACTERIZAÇÃO

A fim de conhecermos a extensão da atividade de caracterização do resíduo sólido, buscamos em diversas fontes a percepção de diferentes autores.

Segundo OLIVEIRA (1978, p. 89), tanto do ponto de vista qualitativo quanto do ponto de vista quantitativo, a composição do lixo é um dos dados básicos para equacionamento do acondicionamento, da coleta, do transporte, do tratamento e da disposição final do lixo.

De forma semelhante PEREIRA NETO (1980, p. 1) afirma que “*o conhecimento da quantidade, característica e composição dos resíduos de uma cidade é fator fundamental para o projeto e operação satisfatória das instalações de tratamento e métodos eliminatórios gerais*”.

Aprofundando mais na questão SAKURAI (1983, p. 1) diz:

“Los volúmenes de producción y características de residuos sólidos son muy variables, ciudad por ciudad, país por país, en función de los diferentes hábitos y costumbres de la población, de las actividades dominantes, del clima, de las estaciones y otras condiciones locales que se modifican con el transcurso de los años. Estas variaciones influyen mucho en la búsqueda de la solución más apropiada a los problemas involucrados en las operaciones del servicio de aseo. Las operaciones básicas a las que es necesario dar solución son: el almacenamiento, la recolección y la disposición final.”

Segundo Sakurai, em primeiro lugar é preciso, no caso do armazenamento, determinar as características que devem ter os recipientes para estocagem, relativamente a sua forma, tamanho e material, a fim de assegurar o seu fácil manejo e condições higiênicas. O tamanho deve ser determinado com base na frequência de coleta, no volume de resíduo produzido por habitante por dia, no número de pessoas por família e em um fator de segurança, que depende da frequência de coleta e das falhas do sistema.

Em segundo lugar deve-se, segundo o autor, determinar a frequência de coleta e selecionar o tipo e a capacidade dos veículos coletores a empregar. Na determinação da frequência necessária deve-se ter em conta a composição física do resíduo, as condições climáticas, os aspectos sanitários e o recurso disponível para a coleta. É, segundo ele, muito comum na América Latina, o uso de caminhões compactadores construídos com especificações para países industrializados ou fabricados nestes países. Nestes casos, é muito provável que ocorra sobrecarga dos veículos em virtude da elevada densidade do lixo latino-americano, provocando o seu desgaste prematuro.

Em continuação Sakurai diz que a caracterização dos resíduos sólidos seleciona o sistema para a sua disposição. Diz ele:

“En resumen, es indispensable que los funcionarios del servicio de aseo conozcan bien las características cuantitativas y cualitativas de los residuos sólidos actuales de su ciudad así como sus proyecciones futuras. Estos conocimientos son fundamentales para un debido cumplimiento de las siguientes tareas:

- *planeamiento adecuado del servicio de aseo a corto, mediano y largo plazo;*
- *dimensionamiento del servicio de aseo e*
- *selección de equipos y tecnologías apropiados”.*

Finalizando, afirma que devido à necessidade do planejamento a longo prazo, é imprescindível identificar, através da análise sistemática e periódica do lixo, as tendências de evolução de suas características, tanto quantitativas quanto qualitativas.

Sobre a composição quantitativa do lixo, BORGES (1986, p. 3) diz que “*é parâmetro básico para o dimensionamento das estações de destinação ou tratamento final do lixo*”.

Salientando a dificuldade da caracterização, GOMES (1989, p. 46-47) comenta: “*caracterizar o lixo de uma localidade, ou determinar a composição física dos resíduos produzidos por uma população, é tarefa árdua, mas de primordial importância para qualquer projeto na área de resíduos sólidos*”. Salienta a autora que os dados obtidos na caracterização do lixo de uma cidade poderão ser comparados com os de outro local, servindo mesmo de base para comunidades que ainda não tenham realizado sua própria caracterização.

POVINELLI & GOMES (1990, p. 1) afirmam que do ponto de vista científico, a partir dos resultados de uma caracterização de lixo, poder-se-á preparar amostras em laboratório, que serão consideradas amostras representativas do lixo em estudo.

Enfatizando a preocupação com o gerenciamento dos resíduos sólidos SCHALCH et alli (1990, p. 7), afirmam que, como o lixo além de apresentar composição heterogênea, tem esta composição variável em função do clima, das estações do ano e dos hábitos da população, torna-se necessário estudar-se individualmente, para cada cidade, o tipo de resíduo produzido. Entendem os autores “*ser a caracterização de resíduos sólidos o primeiro passo para um projeto eficiente e seguro, sanitariamente*”. Segundo eles, de posse dos componentes do lixo, encontra-se a melhor solução para a sua destinação final.

Na introdução de seu trabalho PESSIN (1991, p. viii) diz que o conhecimento da composição física e das características físico-químicas do lixo urbano é imprescindível na escolha de um sistema de tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos de uma cidade.

Também preocupada com o gerenciamento de resíduos sólidos, CINTRA (1994, p. 28) afirma que o estudo da composição física do lixo e das suas características físicas, químicas e biológicas, são um importante fator de auxílio no equacionamento do problema do lixo. Segundo a autora esta caracterização, se aliada a aspectos sociais, comportamentais, técnicos e econômicos da questão, propicia um embasamento seguro para a determinação das melhores soluções quanto à coleta, ao transporte e à disposição final destes resíduos.

2.5 DEFINIÇÕES

Segundo alguns filósofos a palavra lixo deriva de *lix*, que em latim significa cinza ou lixívia. Para outros estudiosos provém do latim medieval já decadente, derivada do verbo *lixare*, cujo significado seria polir ou desbastar (ROCHA, 1994, p. 15). Em qualquer dos casos, tanto a lixívia quanto o produto do desbaste podem ser entendidos como a parte de um todo maior, o resto de uma ação sobre um objeto original. A palavra resíduo deriva de *residuu*, que em latim significa aquilo que resta de qualquer substância (Op. cit. p. 15).

FERREIRA (1975, p. 847), em seu Novo Dicionário da Língua Portuguesa, assim define lixo: “*Aquilo que se varre da casa, do jardim, da rua e se joga fora; entulho. Tudo o que não presta e se joga fora. Sujidade, sujeira, imundície. Coisa ou coisas inúteis, velhas, sem valor*”. Do mesmo autor é a seguinte definição de resíduo (p. 1.223): “*Remanescente. Aquilo que resta de qualquer substância, resto. O resíduo do que sofreu alteração de qualquer agente exterior, por processos mecânicos, químicos, físicos.*”

A Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT em RESÍDUOS sólidos(1987, p. 1) propõe a seguinte definição para resíduos sólidos:

“Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.”

2.6 AMOSTRAGEM

SAKURAI (1983, p. 2-11) ao descrever as tendências de evolução do lixo na América Latina, aponta a necessidade da avaliação da evolução das características quantitativas e qualitativas do lixo, para planejamento a longo prazo. Segundo ele a produção "per capita" diária está aumentando anualmente. Além disso, a evolução qualitativa do lixo seguirá a tendência dos países industrializados, com um grande aumento de papéis e plásticos, um ligeiro aumento de metais e trapos e uma diminuição das cinzas e do material inerte. Ainda que a densidade do lixo latino-americano seja superior à do lixo dos países industrializados, ela vem diminuindo, como consequência da evolução mencionada.

Continuando Sakurai afirma que "*es necesario normalizar los métodos de análisis de residuos sólidos para que sea posible un informe padronizado, así como la comparación de los resultados de ensayos ejecutados por diferentes ciudades*". No caso de grandes cidades, com recursos suficientes e instituições investigadoras, como universidades, é preferível o uso dos métodos elaborados pelo "Institute of Solid Waste", órgão da "American Public Works Association - APWA". Geralmente estes métodos são demasiadamente complicados e não são aplicáveis para as cidades latino-americanas, em virtude da falta de laboratórios e de técnicos qualificados. Por isso é preciso desenvolver métodos mais simples, que estejam dentro do nosso alcance.

Para a amostragem propriamente dita Sakurai descreve três possibilidades alternativas ao método da APWA, que são a amostragem nas fontes, amostragem nas ruas e a amostragem nos caminhões coletores.

A amostragem nas fontes busca tomar as amostras no ponto de sua produção, embora isto nem sempre seja possível. Deve-se zonificar a cidade levando em conta as atividades dominantes, as vias arteriais assim como a setorização existente para a coleta de lixo, considerando pelo menos uma zona comercial e três zonas residenciais (renda baixa, renda média e renda alta), para as quais serão levantadas informações como número de edifícios, número de casas e número de habitantes.

A amostragem nas ruas consiste em tomar as amostras nos recipientes colocados nas ruas, para o serviço normal de coleta. Para este processo de coleta o autor propõe que se utilize um tambor de 100 litros, dentro do qual o lixo amostrado deve ser colocado sem pressão e sem vazios. Cada vez que for completado o volume do tambor, ele deve ser pesado, o valor obtido deve ser anotado e os 100 litros de amostra, devem ser despejados em um caminhão de carroçaria aberta, para posterior análise das suas características físicas.

A amostragem nos caminhões coletores é feita no destino final ou em uma estação de transferência, antes da descarga do lixo. Propõe Sakurai que, após a escolha aleatória das rotas de coleta representativas de cada zona anteriormente definida, pesem-se todas as cargas provenientes daquelas zonas ou, pelo menos, as cargas coletadas nas rotas de amostragem. No destino final ou na estação de transferência, o lixo da rota de amostragem deve ser despejado em uma superfície na qual possa ser espalhado e misturado com pás e rastelos, para sua homogeneização. Em seguida, sobre o lixo espalhado em forma de um grande quadrado, devem-se colocar 5 tambores de 200 litros cada, um em cada esquina e um no centro do quadrado, enchendo-se cada volume, sem fazer pressão e sem deixar vazios, com o lixo existente ao seu redor, sem nenhuma preferência, exclusão ou seleção

prévias. Assim pode-se obter de cada rota de amostragem um total de um metro cúbico de lixo solto.

FLINTOFF (1984, p. 7-11) ao discutir os métodos de amostragem de resíduos sólidos, afirma que a geração de resíduos varia tanto com relação aos diferentes tipos de moradia, quanto em relação às diferentes faixas de poder aquisitivo da população. Segundo o autor existem três métodos para se estimar a quantidade de lixo a coletar:

- média das viagens realizadas por dia, multiplicada pela média do volume verificada por medição de um grupo de veículos, com posterior conversão para peso, usando uma densidade média obtida por amostragem;
- pesagem de uma amostra de veículos, usando uma balança rodoviária, obtendo-se destes uma média e multiplicando-a pelo total de viagens por dia;
- pesagem de toda a carga diária em uma balança rodoviária no destino final.

Embora a medição do lixo total no destino final seja, segundo ele, o método mais apurado, raramente é uma indicação precisa dos resíduos gerados, em virtude das perdas que ocorrem durante as diversas fases do manejo do lixo, conforme o quadro abaixo:

Estágio	Fase	Perdas
1	Total gerado , menos	
2		os resíduos recuperáveis vendidos pelo chefe da família ou pela dona de casa,
3		os resíduos recuperados por empregados e funcionários,
4		resíduos recuperados por varredores de rua e
5		resíduos dispostos de forma não autorizada, em terrenos baldios ou em trincheiras,
6	= total coletado , menos	
7		resíduos recuperados pelos coletores,
8	= total entregue para disposição , menos	
9		resíduos recuperados por catadores e por varredores,
10	= total disposto .	

QUADRO 2 - Fases e perdas no manejo do lixo, por Flintoff

Em certos casos, segundo o mesmo autor, para determinação do volume requerido para estoque do resíduo doméstico ou para se encontrar o potencial de reciclagem dos resíduos, são necessárias medidas do resíduo realmente gerado, amostrado nas fases 1, 2 ou 3, ao longo de uma semana, que cubram rigorosamente o ciclo das atividades domésticas. Lembrando que existe uma grande variedade de resíduos gerados tanto entre diferentes grupos sócio-econômicos quanto entre tipos diferentes de habitações, aconselha obter amostras de todos os grupos identificáveis, para o que propõe a seguinte classificação:

Classe	Tipo de habitação	Grupo sócio-econômico
A.1	unidade isolada	baixo
A.2	unidade isolada	médio
A.3	unidade isolada	alto
B.1	várias unidades, baixo padrão	baixo
B.2	várias unidades, baixo padrão	médio
B.3	várias unidades, baixo padrão	alto
C.1	várias unidades, alto padrão	baixo
C.2	várias unidades, alto padrão	médio
C.3	várias unidades, alto padrão	alto
D	resíduos de comércio e escritórios	

QUADRO 3 - Classificação sócio-econômica da população, para amostragem de lixo, por Flintoff

Continuando, Flintoff diz que a classificação deve refletir o caráter da cidade e, em alguns casos, poderá ser necessário incluir favelas e áreas semi-rurais.

Sobre a amostra o autor diz que seu tamanho mínimo deve ser de aproximadamente 200 quilos, propondo um método de amostragem. Nas cidades onde o armazenamento do lixo for feito em caçambas ou outros recipientes coletivos, será necessário suprir cada habitação com um recipiente individual - o autor indica o saco plástico como solução mais barata - durante o período de testes.

Após a seleção das áreas de amostragem, cada chefe de família ou dona de casa, deve ser entrevistado para exposição do projeto de amostragem. É desejável que isto seja feito por assistentes sociais, porque são mais bem treinados em comunicação. Na ocasião um folheto explicativo deverá ser deixado em cada habitação.

O programa de amostragem deverá se estender por oito dias consecutivos. Os resíduos coletados no primeiro dia deverão ser descartados, porque o período que eles representam é duvidoso. Os resíduos coletados entre o 2º e o 8º dias representarão a produção de uma semana. Durante a coleta, o coletor deverá manter um estoque de sacos vazios, um dos quais deverá ser entregue em cada residência, em substituição ao saco coletado. Cada saco coletado deve ser etiquetado com a classificação apropriada, antes de ser levado ao depósito onde o conteúdo será pesado e o volume será medido.

Para o cálculo do peso e do volume totais do lixo gerado na cidade, um multiplicador será usado para cada grupo, baseando-se na proporção da população representada por aquele grupo. Na maioria dos casos, amostras coletadas desta forma poderão ser usadas para análises físicas.

Uma deficiência básica deste método de estimativa da geração de resíduos, segundo o próprio autor, é o fato de que o chefe da família ou a dona de casa podem variar o padrão do lixo disposto, se ele ou ela souber que os resíduos estão sendo examinados. Maior precisão é conseguida quando as amostras podem ser obtidas sem o conhecimento da família. As análises físicas de resíduos, a partir de um método apurado de amostragem, permitem a obtenção dos seguintes parâmetros:

- densidade do lixo,
- proporção de constituintes recuperáveis,
- proporção de outros constituintes,
- proporção que pode ser incorporada no composto orgânico,
- proporção combustível e
- classificação do tamanho das partículas.

O autor lembra que 3 ou 4 análises são necessárias em um período de um ano, a fim de cobrir a variação sazonal que ocorre como resultado do ciclo climático e do ciclo de produção de alimentos. Para minimização dos erros e da alteração de qualidade decorrentes da mistura, ele propõe que a análise das amostras seja realizada até 2 horas depois da coleta. Para as análises físicas propõe a seguinte planilha:

Constituinte	% em peso, por amostra							
	1	2	3	4	n	Máx	Mín	Méd
matéria vegetal/putrescível								
acima de 50 mm								
10 a 50 mm								
abaixo de 10 mm								
Total								
papel								
metais								
vidro								
tecidos								
plástico e borracha								
ossos								
mistura combustível								
mistura incombustível								
matéria inerte abaixo de 10 mm								
Total								
Densidade								
Fonte da amostra								

FIGURA 2 - Ficha de caracterização de resíduo sólido, por Flintoff

MOURA (1994, p. 41) relativamente às intervenções urbanas, cita Bonapace, que se expressa dizendo: *“Leggere il territorio prima di progettare, prima di programmare”*, o que Moura considera constituir-se passo inicial e fundamental, nas intervenções urbanas.

GERELLI Op. cit.(p. 71) diz, de acordo com a tradução de Moura, que *“As preocupações sociais com a qualidade de vida do futuro, suscitaram a atenção, em diversos níveis, sobre os problemas derivados do mau uso do território em geral. [...] Um monitoramento contínuo (certamente adequado ao desenvolvimento da tecnologia de informação) representa, de fato, um pressuposto indispensável para as iniciativas voltadas para a proteção do ambiente, guiando as escolhas de planejamento e de programação e permitindo uma avaliação da eficácia das políticas de intervenção em defesa do ambiente”*.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 METODOLOGIA

A partir da revisão bibliográfica e buscando responder a todas as novas questões decorrentes desta leitura, seguiremos a metodologia abaixo:

1. Organização e sistematização das informações referentes aos parâmetros intervenientes nas características e na produção do lixo, bem como das formas de classificação existentes.

Esta etapa consistiu no levantamento bibliográfico dos parâmetros intervenientes e das classificações propostas por diferentes autores, seguido de um trabalho de organização e arranjo destas informações.

2. Aprofundamento no conhecimento das qualidades e da produção do lixo do “campus” da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais-PUC-MG, para a sua mais completa caracterização.

Nesta fase da pesquisa caracterizamos o lixo do “campus” da PUC-MG, considerando as recomendações dos autores consultados e aplicando algumas das classificações apresentadas por eles, buscando ainda identificar o comportamento da produção de resíduos ao longo dos meses do ano.

3. Conhecimento do lixo de Belo Horizonte, também no sentido de bem caracterizar o comportamento da sua produção e as suas características principais.

A fim de discutir os parâmetros intervenientes na qualidade e na produção do resíduo sólido, analisamos dados de qualidade e de produção de lixo no Município de Belo Horizonte.

4. Busca de semelhanças e diferenças, considerando o “campus” da PUC-MG uma comunidade de tamanho reduzido e características específicas, e supondo Belo Horizonte uma comunidade bem maior, com características regionais de produção de lixo.

A partir dos dados referentes aos resíduos do Município de Belo Horizonte e do “campus” da PUC-MG, analisamos dados de qualidade e de produção de lixo, buscando a percepção de relações entre os dois resíduos.

Considerando a quantidade e a diversidade de dados levantados e a heterogeneidade das informações apresentadas, as quais refletem a natureza da pesquisa, optamos por analisar e discutir cada tema e cada conjunto de dados ou informações, no mesmo capítulo

no qual eles foram inseridos. A opção por esta organização do texto, em detrimento de um capítulo de discussões, buscou facilitar a consulta e o entendimento dos temas tratados, tendo, além disso, permitido que se retratasse de forma mais fiel a sequência das atividades realizadas durante a pesquisa.

Como a primeira amostragem do lixo do “campus” da PUC-MG foi realizada em 1991, ano no qual também ocorreu a caracterização do resíduo sólido de Belo Horizonte, decidimos concentrar nossa atenção nesta época, tendo incluído também dados referentes ao ano de 1992, quando se tratou de comportamento da produção de lixo.

3.2 FATORES INTERVENIENTES NAS CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS E QUALITATIVAS DO LIXO

Ao buscar os fatores intervenientes na quantidade e na qualidade dos resíduos sólidos urbanos, entendendo-se aqui a qualidade como sendo o somatório das características que possua um determinado lixo, deparamo-nos com uma grande quantidade de informações, de ordenação e arranjo difíceis.

CÂMARA ([1964], p. 6) afirma que os principais fatores que afetam as quantidades de lixo produzido são **clima, estação do ano, localização geográfica** da comunidade, **hábitos e padrão de vida, natureza da comunidade** (industrial, residencial, comercial, balneária, universitária, etc.), **situação econômica, existência ou não de guerra, eficiência do serviço de coleta.**

OLIVEIRA (1978, p. 91) diz que a composição do lixo é muito variável, tanto qualitativa quanto quantitativamente, sendo imprevisível, quando não se exerce sobre ela um controle sistemático. Segundo o autor, a composição do lixo varia de lugar para lugar, mesmo entre os bairros de uma mesma cidade, concorrendo para esta variação os seguintes fatores:

- **características da cidade:** cidade industrial, por exemplo;
- **clima e estação do ano:** restos de alimentos, por exemplo, que são diferentes em função da estação do ano;
- **hábitos e padrão de vida:** quanto maior o padrão de vida maior as quantidades de papéis, plásticos, latas e metais, em detrimento da quantidade de matéria orgânica;
- **períodos econômicos:** a composição do lixo é afetada pela situação vigente da economia, de expansão ou de depressão;
- **eficiência dos serviços de coleta:** a composição do lixo quando a coleta não for sistemática poderá exigir que, na sua ausência, parte da população elimine seu lixo, queimando-o ou enterrando-o, o que alterará a composição final do lixo;
- **tratamentos domiciliares:** a presença de trituradores de resíduos domiciliares ou de incineradores prediais, poderá suprimir alguns materiais que poderiam compor o lixo.

Segundo PEREIRA NETO (1980, p. 1) o conhecimento da quantidade, característica e composição dos resíduos é muito difícil, tendo-se em vista que esta última varia de acordo com os **hábitos da população, com o clima, com o grau de desenvolvimento, com as estações do ano.** Segundo o autor a composição varia também dentro de uma mesma comunidade, com relação aos centros, bairros, subúrbios e favelas.

BORGES (1986, p. 3) comenta que tanto a composição qualitativa do lixo quanto a sua composição quantitativa são bastante variáveis, dependendo principalmente de fatores como **clima, estações do ano, funções urbanas, hábitos e padrões de vida** da população em cada localidade.

WILKEN apud BERRÍOS (1986, p. 84-85) afirma que a composição quantitativa de lixo de uma comunidade é bastante mutável, não apresentando um "*comportamento standardizado*", estando tal variação associada aos seguintes fatores:

- **clima e estações do ano**, que podem introduzir variações importantes nos hábitos alimentares, nas vestimentas e em outros hábitos da população, levando-a a despejar detritos igualmente diferentes;
- **localização geográfica da comunidade**, que tem a ver com o clima local, estações do ano, nível de desenvolvimento econômico, costumes e outras particularidades que definem a população;
- **hábitos e padrão de vida dos habitantes**, que variam desde o nível de continentes até o nível de bairro ou, inclusive, de uma casa para outra, singularizando cada comunidade com características que lhe são típicas;
- **natureza da comunidade**, isto é, o lixo é diferente em função de a população apoiar-se economicamente na indústria, no comércio, nos serviços ou, de se tratar só de residências, como no caso das cidades-dormitório, e
- **período econômico**, que conforme seja uma época de progresso ou recessão, modificam-se as características de seu lixo.

GOMES (1989, p. 47-48) afirma que a heterogeneidade encontrada entre os resíduos urbanos é imensa, uma vez que o lixo varia em função **das características da cidade, das mudanças climáticas, da sazonalidade de seu processo de produção, dos hábitos e padrões de vida, da política econômica, da existência ou não de tratamentos domiciliares, da eficiência dos serviços de coleta.**

EHLERT (1991, p. 9) diz que influenciam na formação do lixo os seguintes fatores: **número de habitantes, área relativa de produção, variações sazonais, condições climáticas, hábitos e costumes da população, nível de educação, poder aquisitivo, tempo de coleta, tipo de equipamento de coleta, disciplina e controle dos pontos produtores, leis e regulamentos específicos.**

PRADO FILHO (1991, p. 76) aponta como parâmetros que influenciam positivamente na origem, na formação e na diversificação das características do lixo urbano **a característica sócio-econômica da população, o grau de industrialização, a renda "per capita", o nível educacional, a variação nos hábitos da população e os tipos de alimentação.**

CINTRA (1994, p. 29) indica como influentes na diversidade quali-quantitativa do lixo os seguintes fatores: **número de habitantes, nível educacional, atitudes da população, poder aquisitivo, tipologia urbana do local de produção, variações climáticas e sazonais, frequência de coleta, eficiência da coleta, mudanças na política econômica, leis e regulamentações específicas, existência de tratamentos domiciliares.**

De uma análise geral das contribuições dos diversos autores, concluímos que apresentam idéias semelhantes, dando, cada um, pesos diferentes aos vários parâmetros intervenientes. Fica também evidente a inexistência da indicação de preponderância de qualquer parâmetro sobre os demais. Assim, pela consideração dos diversos parâmetros apontados como intervenientes na caracterização do resíduo sólido, percebemos que os hábitos e os costumes da população somam-se ao poder aquisitivo das comunidades e às variações climáticas regionais, concedendo ao lixo especificidade e particularidade, dificilmente modeláveis por fórmulas matemáticas. Fatores históricos como a expansão ou o retrocesso da economia, regidos por planos econômicos bem ou mal sucedidos, somam-se às características urbanas da cidade e à eficiência de uma coleta bem ou mal administrada,

fazendo com que em uma mesma cidade haja vários lixos, que alteram suas características em curtos espaços de tempo. Mesclam-se, interferindo na caracterização do resíduo sólido, a presença do poder público e das associações de bairro, concedendo aos cidadãos maior ou menor participação, com reflexo direto sobre a qualidade do lixo e dos serviços prestados.

As combinações apontadas indicam a complexidade do processo de geração do lixo e, portanto, a complexidade do seu gerenciamento. Se por um lado as características do lixo interferem diretamente no conhecimento das possibilidades para a sua destinação e o seu tratamento, por outro lado o comportamento da comunidade que o produz define essas características e, por extensão, esse tratamento. Assim, a caracterização de um resíduo sólido pode se dar em diferentes graus de profundidade, buscando a definição do resíduo ou a definição do tratamento que se vá dar a ele. A caracterização dos resíduos sólidos reveste-se portanto de grande importância, já que permite, quando bem realizada, a adoção das melhores opções de gerenciamento ou provoca, quando insatisfatória, opção por equipamentos ou processos impróprios, com gastos desnecessários de recursos e com soluções insuficientes.

A partir da busca realizada podemos reunir os seguintes parâmetros, apontados como intervenientes na caracterização do lixo:

- área relativa de produção;
- atitudes da população;
- característica sócio-econômica da comunidade;
- características da cidade;
- clima;
- costumes;
- disciplina e controle nos pontos de produção;
- eficiência da coleta;
- estação do ano;
- existência de guerra;
- frequência de coleta;
- funções urbanas;
- grau de desenvolvimento;
- grau de industrialização;
- hábitos;
- leis e regulamentos;
- localização geográfica;
- mudanças climáticas;
- mudanças na política econômica;
- natureza da comunidade;
- nível de desenvolvimento econômico;
- nível educacional;
- número de habitantes;
- padrão de vida;
- período econômico;
- poder aquisitivo;
- política econômica;

- renda “per capita”;
- sazonalidade do processo de produção de lixo;
- situação econômica;
- tempo de coleta;
- tipo de equipamento de coleta;
- tipologia urbana do local de produção;
- tipos de alimentação;
- tratamentos domiciliares;
- variação nos hábitos da população;
- variações climáticas e
- variações sazonais.

Alguns dos parâmetros acima soam um pouco vagos, dentre os quais podemos citar as “*mudanças de*” e as “*variações de*”. De qualquer maneira é possível agrupar todos os parâmetros principais em seis sub-grupos, conforme o quadro abaixo:

Fator	Parâmetros
Econômico	poder aquisitivo, renda “per capita”, padrão de vida;
Geográfico	clima, características da cidade, estação do ano, localização geográfica;
Histórico	política econômica, situação político-social (guerra, economia), grau ou estágio de industrialização e de desenvolvimento;
Operacional	área relativa de produção de lixo, disciplina e controle nos pontos de produção, coleta (tipo, eficiência, equipamentos e frequência), leis e regulamentos, população (número de habitantes), sazonalidade da produção de lixo, distâncias e tempos de transporte;
Social	atitudes, costumes e hábitos da população (hábitos alimentares, uso de tratamentos domiciliares, atividade de catação), nível educacional, percepção ambiental, representatividade social, organização política;
Urbano	funções urbanas, infra-estrutura urbana, natureza da comunidade, densidade demográfica.

QUADRO 4 - Fatores e parâmetros intervenientes na caracterização do lixo

O arranjo acima busca identificar ou isolar os parâmetros a fim de que se possa, a partir daí, perceber alguma forma de melhor analisar o problema. Embora não tenhamos explicitado neste arranjo o fator ambiental, acreditamos que ele existe e explicita-se pelo efeito combinado dos demais fatores, principalmente no que diz respeito ao meio físico e ao meio sócio-econômico, que juntamente com o meio biótico, compoem o meio ambiente.

É possível assumir que os fatores históricos atinjam, de uma maneira geral toda uma cidade, quando não atingirem até mesmo todo o país. Desta forma, tais fatores poderão ser considerados constantes relativamente ao universo do resíduo sólido urbano, embora tenham grande importância quando se analisa a evolução de uma série histórica de dados e informações sobre o resíduo sólido de uma determinada cidade.

Relativamente aos fatores geográficos, podemos dizer que a localização da cidade define o seu clima (e com ele as estações, a pluviometria, e outras funções do clima), além de determinar características como relevo, geologia, disponibilidade de recursos e a própria economia da cidade. É correto que tais fatores afetem a produção do lixo, embora não o

façam de forma direta mas sim indiretamente, atuando principalmente sobre os fatores sociais, econômicos e urbanos. Além do mais, os fatores climáticos são fatores que, para uma mesma cidade e, respeitada a sazonalidade, não apresentam variações locais. Alguns parâmetros geográficos, como o relevo e a geologia, poderão determinar o tipo de ocupação de cada região de uma mesma cidade, por limitações de declividade ou de constituição do solo, do ponto de vista da construção civil, conduzindo à definição de zonas de uso em planos diretores e leis de uso e ocupação do solo ou, mesmo na ausência destes instrumentos, dirigindo a distribuição da população no espaço urbano. Além disso tais fatores poderão interferir de forma significativa em aspectos como a coleta do lixo e a possibilidade de destinação final por aterro sanitário, o primeiro influenciado pela declividade das ruas e o segundo pela geologia das áreas disponíveis.

Os fatores econômicos, como a renda "per capita" e o poder aquisitivo da população, que definem o seu padrão de vida, apresentam variações significativas ao longo de uma mesma cidade, sendo normal associar-se ao termo "periferia", uma maior concentração de população de baixa renda, em oposição aos "bairros de classe alta", notadamente habitados por população de elevadas rendas "per capita". Portanto podemos supor que, localizações diferentes dentro de uma mesma cidade, que conduzam a ocupações por diferenciadas classes de renda "per capita" e poder aquisitivo, poderão apresentar como consequência diferentes resíduos sólidos.

Considerando os fatores urbanos, percebemos que para determinada cidade e em determinada época, são o clímax de uma sucessão histórica, condicionada por fatores geográficos, combinados ou não com fatores econômicos. Assim, as funções urbanas concedem ao espaço valores como residencial, comercial, industrial, hospitalar, universitário ou institucional, estando estes valores distribuídos de forma regional sobre o tecido urbano, segundo um desenho peculiar a cada cidade analisada. Da mesma forma distribuem-se os elementos de infra-estrutura urbana, em resposta a pressões políticas e a pressões dos empreendedores, ou em resposta à necessidade de moradias, como consequência do aumento de população. Portanto, percorrendo a cidade segundo uma direção qualquer, encontraremos, em áreas diferentes, diferenciados graus de saneamento, estruturação viária, ocupação territorial, transporte urbano e arborização, dentre outros. Em consequência destes diferentes graus de oferta de elementos e serviços urbanos e das condições locais impostas pela geografia, encontraremos comunidades de natureza e densidade demográfica diferenciadas, como favelas e condomínios residenciais, com diferenciadas faixas de produção de lixo.

Os fatores operacionais são fatores que refletem nas características do lixo, as condições e as características do sistema de coleta e destinação de resíduos sólidos existente, na cidade ou na área analisada. A utilização de caminhões compactadores, o percentual de cobertura da coleta, a população atendida e o tamanho da área coberta pela coleta, a forma de entrega do lixo para a coleta, bem como a sua intensidade e a sua frequência são alguns dos elementos que constituem os fatores operacionais. É interessante lembrar que os parâmetros do fator operacional definem, como os parâmetros dos demais fatores, as características do lixo, mas são também projetados, ao contrário dos elementos dos demais fatores, em função das características do lixo.

Parâmetros sociais como o nível educacional ou o nível cultural da comunidade, a percepção ambiental, a representatividade social e a organização política, definem o

comportamento, e desta forma os hábitos, a atitude e os costumes da população, produzindo sobre as características do lixo respostas diretas e imediatas.

Sintetizando a discussão sobre os seis fatores intervenientes nas características do lixo, apresentamos o quadro seguinte:

Fator	Classificação quanto a		
	Distribuição	Intervenção	Projeção
Econômico	local	imediate	não projetável
Geográfico	geral ou local	mediata	não projetável
Histórico	geral	mediata	não projetável
Operacional	local	imediate	muito projetável
Social	local	imediate	projetável
Urbano	local	imediate	pouco projetável

QUADRO 5 - Qualidades dos fatores intervenientes nas características do lixo

As classificações adotadas no quadro acima expressam as seguintes condições:

- fator com distribuição local: fator cujos parâmetros apresentam valores diferentes em função da região analisada, dentro de uma mesma cidade;
- fator com distribuição geral: fator cujos parâmetros apresentam um único valor dentro de uma mesma cidade;
- fator de intervenção imediata: fator cujos parâmetros interferem diretamente nas características do lixo;
- fator de intervenção mediata: fator cujos parâmetros interferem indiretamente nas características do lixo;
- fator não projetável: fator cujos parâmetros não podem ter seus valores alterados em função do lixo;
- fator projetável: fator cujos parâmetros podem ter seus valores alterados em função do lixo.

Uma outra análise pode ser feita, considerando em que grau ocorre a intervenção do fator no fluxo do lixo. Segundo este aspecto, apresentamos a seguinte hipótese:

Fator	lixo Produzido	lixo Coletado	lixo Disposto
Econômico	alto	médio	baixo
Geográfico	médio	alto	baixo
Histórico	médio	baixo	baixo
Operacional	médio	alto	alto
Social	alto	médio	médio
Urbano	alto	alto	alto

QUADRO 6 - Grau de intervenção dos fatores intervenientes nas características do lixo

No quadro anterior os valores indicados expressam uma escala de intervenção, considerando-a de forma comparativa, ao indicar onde o fator causa maior ou menor alteração nas características do lixo. Considera-se alta a intervenção dos fatores econômico, social e urbano nas características do lixo produzido, porque estes fatores são os que

melhor e mais sensivelmente caracterizam a fonte produtora, interferindo decisivamente no seu comportamento, e por isso apresentando grande reflexo sobre as características do lixo produzido.

Os fatores geográfico e operacional apresentam alto grau de intervenção nas características do lixo coletado, porque em função destes fatores, o lixo produzido se apresentará para a coleta e o transporte com densidade, umidade ou grau de decomposição maiores ou menores, em função dos tempos entre coletas, do processo de coleta ou da ocorrência de chuvas, além de ter sua composição percentual gravimétrica alterada em função do tipo de coleta adotada. O fator urbano por sua vez, poderá definir a composição básica do lixo, quando considerado o uso urbano da sua zona de origem.

Os fatores operacional e urbano apresentam alto grau de intervenção nas características do lixo que é descarregado no destino final, uma vez que incluem parâmetros como distâncias e tempos de transporte ou uso urbano da zona de origem, com influência sobre a compactação, a deterioração da fração orgânica e a composição percentual gravimétrica do lixo.

3.3 CLASSIFICAÇÕES, CARACTERIZAÇÕES E COMPOSIÇÕES

A caracterização do lixo normalmente busca, senão a definição do seu tratamento e da sua destinação final, formas de diferenciação, de ordenação ou de comparação entre os diversos lixos gerados pela cidade ou na cidade. Desta forma, diversos são os enfoques sob os quais se classifica o lixo e os seus componentes. EHLERS & STEEL (1948, p. 110-113) dividem o lixo municipal em sete classes: restos de alimentos, cinzas, cisco, cadáveres de animais, varredura de ruas, matérias fecais e estrumes. A constituição de cada classe é:

- **restos de alimentos:** material rejeitado das cozinhas particulares e comerciais bem como refugos de mercearias, mercados, matadouros e outros estabelecimentos de gêneros alimentícios;
- **cinzas:** restos de carvão e outros combustíveis usados para fins industriais ou domésticos, na cozinha ou para aquecimento;
- **cisco:** refugo doméstico e comercial não enquadrável nas classes anteriores, incluindo papel, trapos, material de embalagem, madeira, vidro, louça e metais;
- **cadáveres de animais:** cadáveres de pequenos animais como cães, gatos, carneiros, porcos, cabritos, cavalos e outros, normalmente mortos por veículos;
- **varredura das ruas:** resíduo constituído pela poeira resultante do desgaste da pavimentação das vias, excretos de cavalos, materiais que caem dos veículos, folhas de árvores e varredura de lojas e calçadas;
- **matérias fecais:** matérias fecais recolhidas em privadas de recipiente removível e fossas estanques;
- **estrumes:** compostos por excrementos recolhidos dos estábulos.

CROSS JR. & NOBLE (1973, p. 6) dividem o lixo hospitalar em quatro tipos de resíduos:

- **doméstico**, composto por resíduos da cozinha, dos escritórios e embalagens;
- **patológico**, composto por tecido humano, carcaças animais, órgãos, matéria fecal e material utilizado como "cama" de animais de laboratório;
- **contaminado**, composto pelo produto da varrição e limpeza de pisos e pelos itens descartados após uso pelo paciente e
- **especial**, constituído por resíduos perigosos, que não os contaminados, como resíduos radioativos e refugos ácidos.

OLIVEIRA (1978, p. 89) segundo a origem ou local de produção classifica o lixo em domiciliar, comercial, industrial, público, contaminado, radioativo ou hospitalar. Segundo o autor:

- o lixo **domiciliar** é o proveniente das residências.
- o lixo **comercial** é aquele proveniente de estabelecimentos comerciais em geral, de restaurantes, bares, açougues, etc..
- lixo **industrial** é o proveniente de indústrias em geral, matadouros, etc..
- o lixo **público** é o lixo constituído pelos resíduos sólidos provenientes da varrição e da capinação de vias e logradouros públicos, da poda de parques e jardins, de mercados, de feiras, incluindo estrume e cadáveres de animais, veículos abandonados, etc..
- lixo **contaminado** é constituído de parte do lixo proveniente de hospitais, ambulatórios, laboratórios de análises, de certos institutos de pesquisas, de biotérios, etc..
- lixo **radioativo** é constituído por resíduos sólidos provenientes de operações com radioisótopos.

- o lixo **hospitalar** é considerado como composto por duas frações:
- o lixo **séptico** que é composto por materiais contaminados e
- o lixo **não séptico**, semelhante aos lixos domiciliar e comercial.

Na mesma obra (p. 90), segundo a capacidade de produção de composto, o autor considera no lixo a presença de duas frações: **matéria orgânica e matéria inorgânica**.

Ainda na obra acima e na mesma página, apresenta uma classificação do lixo sob o ponto de vista de incineração, segundo a qual os resíduos podem ser combustíveis ou não combustíveis.

- Os resíduos **combustíveis** são os papéis, os trapos, os plásticos, etc..
- Os resíduos **não combustíveis** são os vidros, os materiais cerâmicos, os metais, as pedras, etc..

Finalmente o autor (p. 90) propõe uma composição qualitativa do lixo segundo os seguintes componentes:

- **restos de alimentos; ciscos(papéis, trapos, metais, plásticos, etc.); cinzas; excrementos de animais e animais mortos; resíduos industriais; resíduos radioativos; resíduos contaminados; resíduos de varrição e capinação de vias e logradouros públicos; restos de poda de árvores e arbustos; restos de materiais de construção ou de demolição de prédios; veículos abandonados.**

Em A COLETA e disposição do lixo no Brasil (1979, p.14), referindo-se à evolução da composição dos resíduos sólidos em Paris, Pinto aponta as seguintes parcelas:

- **poeiras e cinzas**, compostas por materiais finos até 19 milímetros; **vegetais; papel; metais** (ferrosos e não ferrosos); **trapos; vidros; materiais não classificados** (combustíveis e não combustíveis); **plástico**.

PEREIRA NETO (1980, p.1) diz que o lixo é constituído de substâncias:

- **putrescíveis**: restos de comida, sobras de cozinha, folhas, cadáveres de animais, excrementos;
- **combustíveis**: panos, papéis, couros, plásticos, madeira e
- **incombustíveis**: cinzas, metais, vidros e pedras.

AISSE et alli (1981, p.8-10) propoem que segundo a sua origem os resíduos sólidos urbanos possam ser classificados nos seguintes tipos:

- resíduos **domésticos**, produzidos nos domicílios e residências, basicamente provenientes da cozinha e da limpeza de casas;
- resíduos **industriais e comerciais**, provenientes das atividades manufatureiras e que variam notavelmente segundo o tipo de trabalho realizado;
- resíduos **hospitalares** que, em virtude de suas características específicas, demandam cuidados e métodos especiais na sua coleta, transporte e disposição;
- resíduos **de varrição**, produzidos na manutenção da limpeza da cidade;
- resíduos **especiais**, que não foram enquadrados nas classificações anteriores, incidindo na composição do lixo em quantidade muito pequena, em relação aos resíduos comuns, podendo ser provenientes de limpeza de galerias pluviais, podaço e outros.

FLINTOFF (1984, p. 3-4) diz que o lixo compreende incontáveis materiais diferentes, tais como: **poeira, restos de comida, embalagens de papel, metais, plásticos ou vidro, roupas, móveis e equipamentos usados, resíduos de jardim, aparas industriais e resíduos de processos, resíduos patológicos, resíduos perigosos e resíduos radioativos.**

BERRÍOS (1986, p.56) utiliza em seu trabalho de caracterização de lixo os seguintes itens:

- **vidros e garrafas; metais ferrosos; metais não ferrosos; trapos e couros; papel e papelão; plástico e borracha; madeiras e serragens; tijolos, pedras, areias e cinzas; restos de comidas, de vegetais e de folhas.**

LIMA (1986, p. 14) classifica o lixo quanto à sua natureza e estado físico, em **sólido, líquido, gasoso e pastoso.**

O mesmo autor também classifica o lixo segundo o critério de origem e produção, em **residencial, comercial, industrial, hospitalar e especial.**

- O lixo **residencial** (domiciliar ou doméstico), produzido por atividade doméstica nas residências, poderá conter sobras de alimentos, invólucros, papéis, papelões, plásticos, vidros, trapos, etc..
- O lixo **comercial**, produzido pela atividade de estabelecimentos comerciais tais como lojas, lanchonetes, restaurantes, escritórios, hotéis, bancos, etc., poderá conter papéis, papelões, plásticos, restos de alimentos, embalagens de madeira, resíduos de lavagem, sabões, etc..
- O lixo **industrial**, resultante de atividades industriais, poderá conter todo o resíduo descartado das indústrias, com composição específica para cada uma.
- Com relação ao lixo **especial**, diz que “*trata-se de resíduos em regime de produção transiente*”, podendo encontrar-se nesta classe o produto da poda da arborização urbana, o lixo removido das bocas de lobo ou as carcaças abandonadas de velhos veículos.

BORGES (1986, p. 1) segundo a natureza dos serviços de limpeza urbana, classifica o lixo em três grandes grupos:

- lixo **domiciliar**: produzido pela ocupação de imóveis públicos ou particulares, residenciais ou não, acondicionáveis para fins de coleta pelo poder público e cuja destinação pode ser feita por processo de aterro sanitário convencional; de acordo com a fonte produtora este lixo poderá ser **residencial, comercial e industrial não perigoso**;
- lixo **público**: resíduos sólidos resultantes das atividades de limpeza urbana executadas em passeios, vias e logradouros públicos e dos recolhimentos dos resíduos depositados em cestos públicos, passíveis de destinação final por processo convencional de aterros sanitários;
- resíduos **sólidos especiais**, que a autora subdivide em quatro grandes grupos, sendo:
 - resíduos **contaminados**, sépticos ou resíduos hospitalares, e congêneres, dentre os quais se incluem resíduos sólidos declaradamente contaminados, considerados contagiosos ou suspeitos de contaminação, provenientes de estabelecimentos hospitalares, laboratórios, farmácias (resto de material farmacológico), drogarias (drogas condenadas ou com prazo de validade vencido), clínicas, maternidades, ambulatórios, casas de saúde, necrotérios, sanatórios, consultórios e congêneres, constituídos por materiais biológicos, restos de órgãos humanos ou animais, restos de

laboratórios de análises clínicas e de anatomia patológica, animais de experimentação e outros materiais similares, além de cadáveres de animais de grande porte, substâncias e produtos venenosos e envenenados e restos de matadouros de aves e pequenos animais, restos de entrepostos de alimentos, restos de alimentos sujeitos a rápida deterioração provenientes de feiras públicas permanentes, mercados, supermercados, açougues e estabelecimentos congêneres, alimentos deteriorados ou condenados, ossos, sebos, vísceras e resíduos sólidos tóxicos em geral;

- resíduos **sólidos inertes** principalmente correspondentes a veículos inservíveis e irrecuperáveis abandonados nas vias e logradouros públicos, carcaças, pneus e acessórios de veículos, bens móveis domésticos imprestáveis e resíduos volumosos; produto da limpeza de terrenos não edificados, resíduos sólidos provenientes de aterros, terraplenagem em geral, construções e demolições; resíduos sólidos provenientes de calamidades públicas; valores, documentos e material gráfico apreendidos pela polícia e resíduo industrial inerte;
- resíduos **semi-sólidos**, excluídos os de origem industrial, compostos por lama proveniente de postos de lubrificação ou de lavagem de veículos e similares, resíduos sólidos provenientes da limpeza de fossas, bem como outros produtos pastosos que exalem odores desagradáveis;
- resíduos **sólidos nocivos** que compreendem principalmente os resíduos sólidos poluentes, corrosivos e químicos em geral, os resíduos de materiais bélicos, de explosivos e de materiais inflamáveis e os resíduos nucleares e radioativos.

A ABNT (1987, p. 2) adota uma classificação em três classes de resíduos sólidos, a saber: os resíduos classe I (perigosos), os resíduos classe II (não inertes) e os resíduos classe III (inertes).

- Os resíduos **perigosos** são aqueles que apresentam periculosidade, inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.
- Os resíduos **não inertes** são aqueles que não se enquadram nem na classe I nem na classe III, podendo ter propriedades como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.
- Os resíduos **inertes** são aqueles que, submetidos a contato estático ou dinâmico com a água, não apresentem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água. São exemplos desta classe rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas.

REYES (1987, p.390) em seu trabalho de caracterização de resíduos sólidos classifica-os em biodegradáveis ou não biodegradáveis, considerando:

- **biodegradáveis** os resíduos susceptíveis de sofrer processos orgânicos de decomposição
- **não biodegradáveis** os materiais que não sofrem processos de decomposição orgânica.

BOWERMAN apud GOMES (1989, p.50) apresenta a classificação do lixo ou de suas frações segundo o seu grau de biodegradabilidade. Para o autor,

- o lixo **facilmente degradável** é composto por matéria orgânica;
- o lixo **moderadamente degradável** é constituído por papel, papelão e outros produtos celulosíticos;
- o lixo **difícilmente degradável** compõe-se de trapo, couro, borracha e madeira;
- o lixo **não degradável** constitui-se de vidro, metal, plástico, pedras e terra.

De OLIVEIRA apud GOMES (1989, p.50) é uma classificação sob o ponto de vista sanitário, que considera o lixo como orgânico ou inerte.

O lixo **orgânico** é aquele composto por material putrescível ou fermentável e o lixo **inerte** compõe-se dos materiais não putrescíveis.

Em sequência OLIVEIRA Loc.cit., apresenta a classificação do lixo sob o ponto de vista econômico em:

- resíduos **aproveitáveis**, sem processamento;
- resíduos **aproveitáveis para a produção de composto**;
- **materiais recuperáveis** com processamento e
- resíduos **inaproveitáveis**.

GOMES (1989, p. 50) apresenta uma classificação relativa ao local de produção do lixo, podendo ele sob este aspecto pertencer a uma de duas classes: urbano ou rural.

- O lixo **urbano** é aquele formado nos aglomerados urbanos e nas suas periferias.
- O lixo **rural** é o resíduo produzido nos campos, fora das cidades.

POVINELLI & GOMES (1990, p. 8) classificam o lixo em função do padrão de vida da população que o produz, em lixo **de classe alta**, lixo **de classe média** e lixo **de classe baixa**. Para caracterização do lixo, POVINELLI & GOMES Op.cit.(p. 5) dividiram o resíduo sólido urbano em 8 componentes, a saber:

- **matéria orgânica; papel; trapo; madeira, couro e borracha; vidro; metal; plástico e inertes.**

PESSIN (1991, p. 33) dividiu em oito componentes os resíduos sólidos urbanos de Caxias do Sul:

- **matéria orgânica putrescível; papel e papelão; plástico; metais ferrosos e não ferrosos; trapos, couros e borrachas; vidro; madeira; diversos.**

DIAS (1992, p. 50) apresenta a seguinte divisão para os materiais separados dos resíduos sólidos "in natura":

- **leves**, compostos por papel, papelão, plásticos e trapos;
- **metais ferrosos**, compostos por latas de chapas estanhadas e sucatas de ferro;
- **vidros**, compostos por vidro triturado ou não;
- **orgânicos**, compostos por matéria orgânica;
- **metais não ferrosos**, compostos por sucata de alumínio, cobre, etc. e
- **mistos**, compostos por materiais combustíveis e inertes variados.

O Curso de Coordenação para Programas de Reciclagem do Lixo, promovido pelo Instituto Brasileiro de Administração Municipal-IBAM (1993, p.16) propõe, para a determinação da composição gravimétrica do lixo, a sua separação segundo os seguintes componentes:

- **papel e papelão; plástico; madeira; couro e borracha; pano e estopa; folha, mato e galhada; matéria orgânica (restos de comida); metal ferroso; metal não ferroso (alumínio, cobre, etc.); vidro; louça, cerâmica e pedra; agregado fino.**

PEREIRA NETO apud SCHNEIDER (1994, p. 35) classifica o lixo segundo o índice de recuperação energética, em materiais de reutilização direta ou de alto índice de

recuperação energética e materiais de reutilização indireta ou de médio índice de recuperação energética.

Os **materiais de reutilização direta ou de alto índice de recuperação energética** são aqueles passíveis de utilização sem nenhum beneficiamento industrial, excetuando-se aqui as operações de limpeza, esterilização e rotulagem. Enquadram-se nesta classe os vidros e as garrafas.

Os **materiais de reutilização indireta ou de médio índice de recuperação energética** são os macronutrientes e os micronutrientes, as proteínas, os sais minerais, etc., incluindo-se nesta classe o papel, o papelão, os vidros, os plásticos e os metais.

SCHNEIDER (1994, p. 73) divide os resíduos, segundo os critérios de tratabilidade, em três classes distintas, a saber:

- os **biodegradáveis**, compostos essencialmente por materiais de origem orgânica;
- os **recicláveis**, constituídos por materiais passíveis de reuso ou reutilização por via industrial, como matéria-prima secundária, englobando esta classificação vidro, papéis, metais e plásticos e
- os **descartáveis**, compostos por materiais que não se enquadram nas outras duas categorias, incluídos aqui os materiais perigosos.

Para caracterização física do resíduo sólido de Bento Gonçalves, a autora (Op.cit. p. 79) dividiu-o em:

- **matéria orgânica; papel e papelão; plásticos; vidros; metais; trapos e couros; papel higiênico; cerâmicas e vidros temperados; madeiras; animais mortos; perigosos; diversos.**

CINTRA (1994, p. 106) adota a classificação usada pela Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte -SLU na caracterização de suas amostras de resíduo sólido:

- **papel; papelão; vidro claro; vidro escuro; madeira; matéria orgânica; metal ferroso; metal não ferroso; trapo/pano; couro; plástico polietileno; plástico filme; borracha; louça; osso; terra e similares.**

Uma primeira análise geral nos mostra que ao longo dos anos ocorreu um acréscimo de itens ao lixo, tendo sido também modificadas as idéias e, por extensão, os termos associados ao resíduo sólido.

A diversidade de classificações e composições propostas pelos diversos autores consultados, demonstra a total inexistência de padronização na caracterização do lixo, o que origina uma grande dificuldade de comparação entre resultados de pesquisas diferentes, aumentando a já mencionada dificuldade de ordenação e arranjo dos fatores intervenientes nas características do lixo. Buscando uma melhor visão do problema, apresentamos o quadro seguinte, com os diversos critérios de classificação propostos:

Critério de classificação	Classes
capacidade de produção de composto	matéria orgânica matéria inorgânica
origem, fonte e local de produção (compilação de diferentes autores)	comercial especial hospitalar ou contaminado industrial, industrial não perigoso público(de varrição) radioativo residencial, doméstico, domiciliar rural urbano
tratabilidade	biodegradável descartável reciclável
economia	aproveitável aproveitável para produção de composto inaproveitável recuperável
grau de biodegradabilidade	facilmente degradável moderadamente degradável dificilmente degradável não degradável
incineração	combustível incombustível
índice de recuperação energética	materiais de reutilização direta ou alto índice de recuperação energética materiais de reutilização indireta ou médio índice de recuperação energética
natureza dos serviços de limpeza pública	domiciliar especial público
padrão de vida na fonte produtora	de classe alta de classe média de classe baixa
ponto de vista sanitário	inerte orgânico

QUADRO 7 - Critérios de classificação de lixo e respectivas classes

No quadro acima percebem-se dois tipos principais de critérios de classificação, um relativo a “o que é o lixo” e outro relativo a “como tratar o lixo”. De outra forma, podemos dividir os critérios entre critérios de origem e critérios de destino. Assim podemos reconstruir o quadro acima, da seguinte forma:

Critério de classificação	Tipo de critério de classificação
natureza dos serviços de limpeza pública	de origem
origem, fonte e local de produção	de origem
padrão de vida na fonte produtora	de origem
capacidade de produção de composto	de destino
economia	de destino
grau de biodegradabilidade	de destino
incineração	de destino
índice de recuperação energética	de destino
ponto de vista sanitário	de destino
tratabilidade	de destino

QUADRO 8 - Tipos de critérios de classificação de lixo

Da análise deste novo quadro podemos perceber que:

- os critérios de origem baseiam-se nos fatores econômico, social e urbano, conforme definidos no capítulo anterior;
- nenhum critério, seja ele de origem ou de destino, leva em conta diretamente os fatores histórico ou geográfico;
- o critério de classificação segundo a natureza dos serviços de limpeza pública, é um critério misto, de origem e de destino, porque pondera parâmetros do fator operacional, ao discutir a origem do lixo;
- os critérios de destino referem-se todos ao tratamento do lixo, restringindo-se ao fator operacional, com ponderações do fator econômico e alguma consideração do fator social;
- os critérios de destino baseiam-se na elevada possibilidade de projeção do fator operacional.

Continuando a análise das classificações propostas, observamos que a maneira de se referir aos componentes de cada classe do lixo, também ocorre de formas diferenciadas. Assim, em um total de 317 referências a componentes do lixo, inclusive as repetidas e as semelhantes, obtivemos a seguinte distribuição:

Referências por	Exemplos	Quantidade
item	alimento deteriorado, alumínio, borracha, cerâmica, couro, embalagens, matéria orgânica, metal, pedra, papel, plástico	208
origem	de açougue, de bares, de consultórios, de drogarias, de lojas, de logradouros públicos, de cestos públicos, de jardim	52
qualidade	agregado fino, orgânico, combustível, explosivo, corrosivo, fermentável, perigoso, radioativo, séptico, patogênico	37
atividade	da capinação, da varrição, restos de materiais de construção, de limpeza de fossas, da poda de árvores e arbustos	20

QUADRO 9 - Tipos de referências aos materiais constituintes do lixo

Buscando encontrar uma tendência para a forma de referência aos constituintes do lixo, calculamos o percentual de referências de cada tipo, ao longo do anos, obtendo:

Ano	Referência por				Total de referências
	atividade	qualidade	origem	item	
	%	%	%	%	
48	7.69		19.23	73.07	26
73	16.67	8.33	25.00	50.00	12
78	17.02	10.64	3191	40.43	47
79		10.00		90.00	10
80			6.67	9.33	15
84		20.00	13.33	66.67	15
86	9.76	10.97	31.07	47.56	82
87		64.29		35.71	14
89		18.75		81.25	16
90				100	16
91		14.28		85.72	1
92		9.09		90.91	11
93		8.33		91.67	12
94		7.5		92.5	40

QUADRO 10 - Evolução dos tipos de referências aos materiais constituintes do lixo, no tempo

O quadro acima nos indica uma preferência, da parte dos autores citados, de referências aos itens e à qualidade do lixo, em detrimento das referências por origem e por atividade. Podemos considerar que se trate de um reflexo do interesse crescente na constituição do lixo, bem como nas suas características como produto que deve ser reduzido e destinado.

Realizando o mesmo raciocínio para os critérios de classificação propostos ao longo dos anos, chegamos ao quadro seguinte:

Ano	Critério de classificação	Tipo de critério
78	capacidade de produção de composto	de destino
78	incineração	de destino
78	origem, fonte e local de produção	de origem
81	origem, fonte e local de produção	de origem
86	natureza dos serviços de limpeza pública	de origem
86	origem, fonte e local de produção	de origem
86	origem, fonte e local de produção	de origem
89	economia	de destino
89	grau de biodegradabilidade	de destino
89	ponto de vista sanitário	de destino
90	índice de recuperação energética	de destino
90	padrão de vida na fonte produtora	de origem
94	tratabilidade	de destino

QUADRO 11 - Evolução dos tipos de critérios de classificação de lixo, no tempo

Neste quadro percebemos um aumento das classificações de destino, em detrimento daquelas classificações de origem, o que pode retratar aumento da preocupação com a resolução do problema do lixo, enfocando-o segundo suas possibilidades de destinação. É interessante observar a recente realização de pesquisas e estudos baseados em classificações como o grau de biodegradabilidade, o índice de recuperação energética, a tratabilidade ou o critério econômico, ressaltando a tendência de se considerar cada vez mais o lixo como a matéria-prima de certos processos produtivos, e não mais apenas como produto final da atividade humana. É possível que este fato retrate a constatação de que a produção do lixo é algo inevitável, devendo portanto ser aceito como realidade, para a qual devemos propor soluções apropriadas, impostas não mais pelos nossos interesses, mas sim pelas possibilidades que ele oferece e pelas limitações que o meio ambiente impõe.

É interessante notar que, nem todos os autores que se referiram aos constituintes do lixo, o fizeram segundo alguma classificação. Daí a não equivalência entre os dois últimos quadros.

Uma outra análise das referências nos mostra que os itens que são citados maior número de vezes são o papel e papelão(11.06 %); o trapo, couro e borracha (8.65 %); os metais (8.17 %); o plástico (7.28 %); o vidro (6.79 %); a matéria orgânica e os restos de alimentos(5.34 %) e a madeira (3.88%).

As qualidades mais apontadas para o lixo ou seus constituintes são: perigoso (10.81 %) e radioativo, corrosivo ou orgânico, cada um com 5.41 % das referências.

3.4 O ESTUDO DE CASO DA PUC-MG

Ao analisar o resíduo sólido da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, em agosto de 1992, buscamos levantar as informações que, julgávamos, pudessem apoiar o projeto de um programa de gerenciamento de resíduos sólidos. Assim, recorremos à Prefeitura do “campus”, obtendo os seguintes dados:

- a coleta de lixo é feita pela Divisão de Obras e o lixo coletado é depositado no aterro sanitário da BR-040;
- o lixo é coletado de 2ª a 6ª feira;
- o volume de lixo coletado na 2ª feira normalmente é maior do que o volume de lixo dos outros dias da semana, em virtude do fato de não haver coleta aos sábados;
- o lixo coletado pelo pessoal da limpeza é acumulado em 10 pontos diferentes dentro do “campus”; (FIG. 1)
- o lixo dos pontos de acumulação é coletado por um caminhão de carroçaria aberta, próprio da universidade; (FOTO 2)



FOTO 2 - Caminhão de carroçaria aberta, responsável pela coleta de lixo dentro dos limites do “campus” da PUC-MG - setembro/1991

- a guarnição do caminhão é composta de 2 operários, um levantador e um despejador, além do motorista;
- o caminhão circula diariamente pelo “campus”, segundo um itinerário fixo;

- por não existirem no “campus” depósitos de lixo, existe separação e catação apenas de papel grosso (papelão) e jornais, que não são recolhidos pelo caminhão;
- a massa de lixo coletado diariamente é igual a 1.000 kg.

A partir do conhecimento já acumulado sobre as dificuldades da amostragem do lixo, decidimos caracterizá-lo de uma forma mais completa. Pelo que ficou claro com a amostragem realizada em outubro de 1991, qualquer caracterização feita nos limites do “campus”, com pequeno contingente de operários sem prática na atividade teria, em virtude das limitações estruturais, ambientais e administrativas, caráter semelhante ao daquela já realizada.

Na busca de um melhor conhecimento das quantidades de lixo produzidas obtivemos, junto à Prefeitura do “campus”, cópias das GUIAS DE RECOLHIMENTO (G.R.) da SLU, utilizadas para cobrança pelos serviços de aterramento de resíduos do “campus”, no período de setembro de 1990 a novembro de 1991, das quais constam as quantidades de lixo disposto pelo “campus”. Após análise destas guias, pudemos dividi-las, conforme o quadro 12, em:

- guias para cobrança de taxa mínima, relativas a viagens com peso de lixo inferior a uma tonelada, sem especificação do peso de lixo disposto;
- guias para cobrança de taxa diferente da mínima, relativas a viagens com peso de lixo igual ou superior a uma tonelada, com especificação de peso do lixo disposto e
- guias para cobrança de taxa diferente da mínima, relativas a viagens de entulho, sem especificação do peso do entulho disposto.

Ano	Mês	Lixo pesado		Lixo não pesado	Entulho	Total de viagens
		(t)	(número de viagens)	(número de viagens)	(número de viagens)	(número de viagens)
90	Out	13.53	10	5		15
90	Nov	12.46	7	4		11
90	Dez	5.99	4	2		6
91	Jan	38.47	6	1		7
91	Fev	6.15	4	4	1	9
91	Mar	13.10	8	4	3	15
91	Abr	20.79	11	2	2	15
91	Mai	15.32	10	6	3	19
91	Jun	6.09	4	15	2	21
91	Jul	4.90	3	4	1	8
91	Ago	12.54	8	7		15
91	Set	11.47	7	11		18
91	Out	12.64	8	11	9	28
91	Nov	28.40	10	5	17	32

QUADRO 12: Dados de produção de lixo no “campus” da PUC-MG de outubro/1990 a novembro/1991

Do quadro podemos construir o seguinte gráfico:

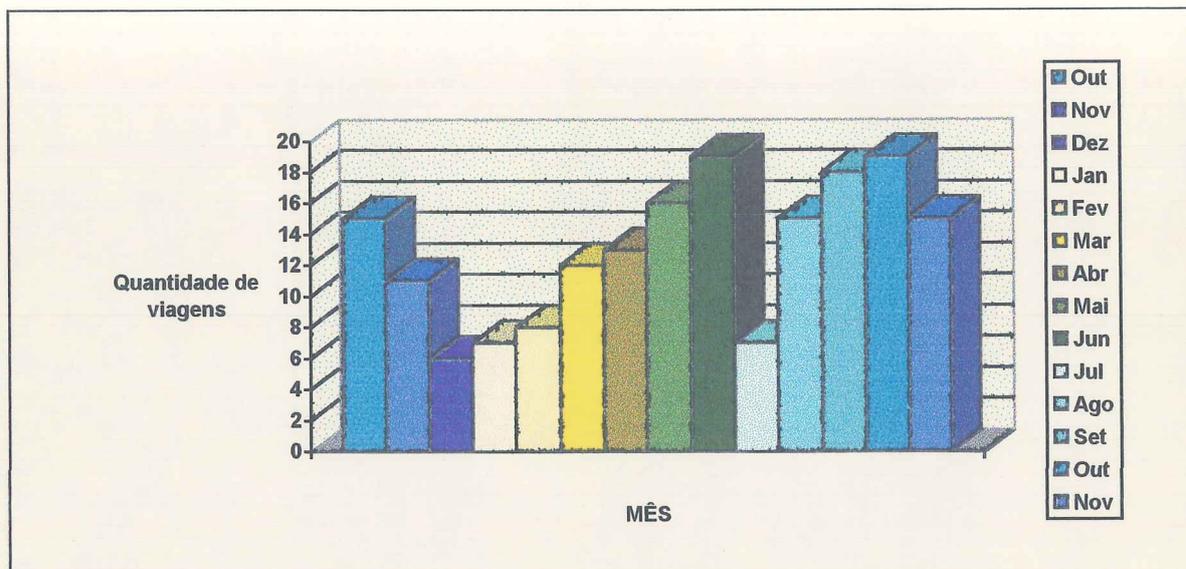


GRÁFICO 2 - Produção de lixo no "campus" da PUC-MG de out./90 a nov./91

Este gráfico retrata a sazonalidade do processo de produção de lixo, principalmente se consideramos a semestralidade da atividade acadêmica (no gráfico expressa por semelhança de tons). Esta sazonalidade é a mesma que encontramos no consumo de água do "campus", conforme a tabela e o gráfico seguintes, obtidos de SARTORI & REIS (1992, p. 5), para o período de janeiro de 1986 a dezembro de 1990:

Mês	Consumo médio						
Jan	4035.2	Abr	7327.2	Jul	6545.0	Out	7382.6
Fev	5453.6	Mai	7979.4	Ago	4947.2	Nov	7723.2
Mar	5783.6	Jun	8308.6	Set	7163.4	Dez	7145.6

Obs.: consumo em milhares de metros cúbicos.

QUADRO 13: Dados de consumo de água no "campus" da PUC-MG de janeiro/1986 a dezembro/1990

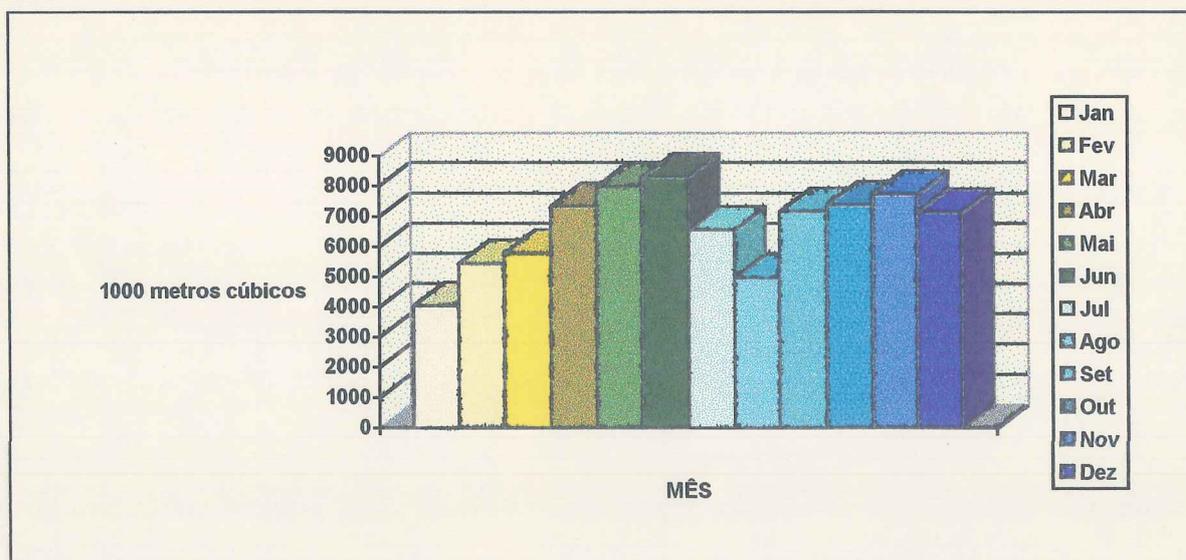


GRÁFICO 3 - Consumo de água no "campus" da PUC-MG de jan./86 a dez./90

A mesma conclusão, sobre a existência de uma sazonalidade no processo de produção de resíduos sólidos, obtida pela contagem das viagens de lixo para cada mês, poderia ser obtida se analisássemos a distribuição, ao longo dos meses, das quantidades pesadas de lixo. Buscando ponderar o tamanho das cargas pesadas, relativamente ao número de viagens total, transformamos estes tamanhos (pesos) em números de cargas mínimas, iguais a uma tonelada, obtendo o gráfico abaixo:

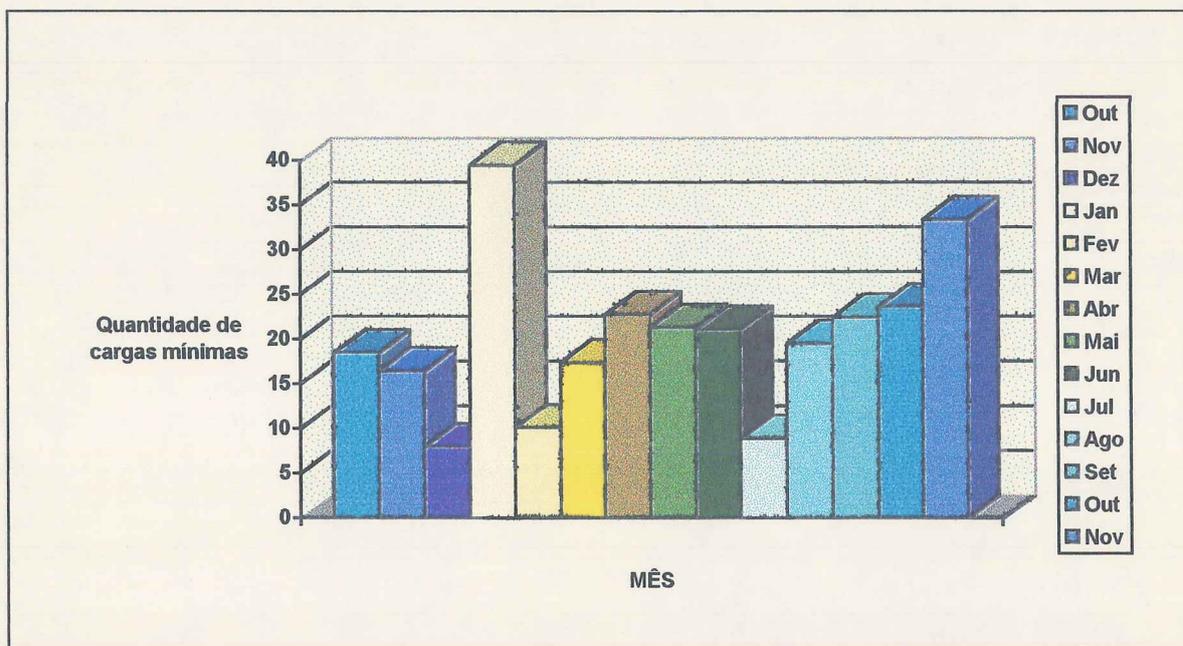


GRÁFICO 4 - Transporte de lixo no "campus" da PUC-MG de out./90 a nov./91

A produção de entulho, analisada a partir dos dados disponíveis, não apresenta sazonalidade, estando seus valores provavelmente associados a definições financeiro-administrativas, sem relação com a época do ano, conforme o gráfico abaixo:

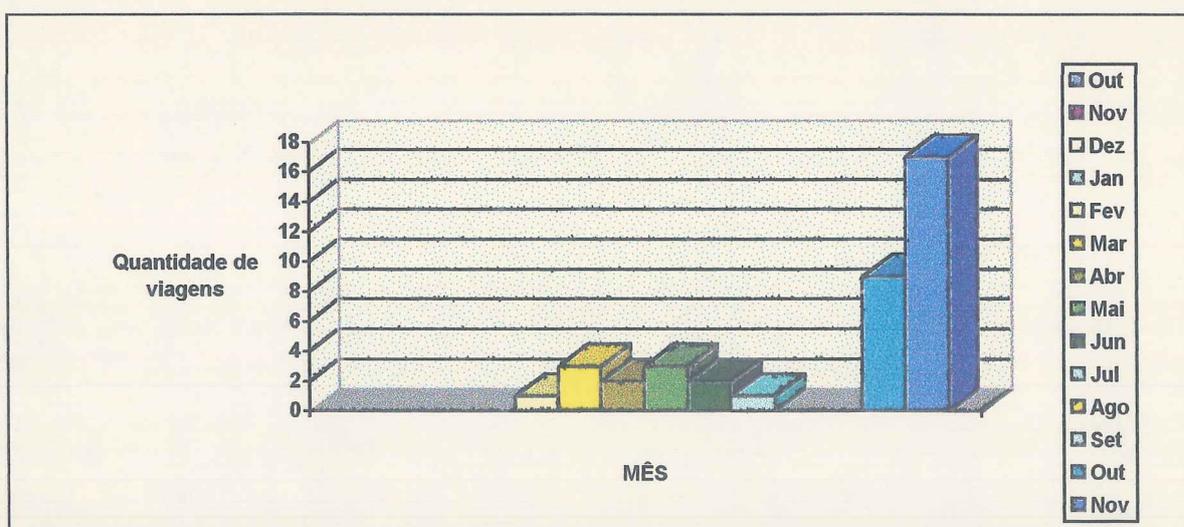


GRÁFICO 5: Produção de entulho no "campus" da PUC-MG de out./90 a nov./91

Após estes levantamentos iniciais e, tendo em vista as dificuldades já apontadas, de caracterização do lixo dentro do próprio "campus", decidimos caracterizá-lo em outra área.

Em contato com a Superintendência de Limpeza Urbana-SLU, conseguimos permissão para fazê-lo no pátio de estocagem de reciclados do aterro sanitário da BR-040 (FOTO 3), inclusive com cessão de mão-obra pela mesma SLU. Como a SLU não dispunha de mão-de-obra para toda uma semana, entendemos que a amostragem em três dias alternados da semana, com caracterização de todo o lixo coletado, significaria um grande aprimoramento no conhecimento do lixo do “campus”. Desta forma foram escolhidos os dias 26, 28 e 31 de agosto de 1992, respectivamente 4^a, 6^a e 2^a feira.



FOTO 3 - Lixo do “campus” da PUC-MG, durante a caracterização de agosto de 1992, no Aterro Sanitário da BR-040

Para estas caracterizações o lixo foi recolhido normalmente, sem nenhuma intervenção no processo produtivo, buscando-se evitar mudanças de comportamento que poderiam descaracterizar os dados. Desta forma não houve etiquetagem de tambores nem avisos aos funcionários da limpeza. Nos dias definidos, após a viagem de coleta de lixo do caminhão dentro do “campus”, nós o acompanhamos até o aterro sanitário da BR-040, para realização dos trabalhos de caracterização. Lá, ao chegar, o lixo era derramado sobre a área indicada para a triagem, que iniciava-se imediatamente, sob nossa direção. O trabalho durou em média 5 horas, tendo sido realizado entre 11:00 e 17:00 hs, com intervalo para o almoço. Na operação foram envolvidos um total de 14 operários, embora nem todos tenham trabalhado todos os dias. Ainda que inicialmente o clima entre os operários fosse de descontração, com brincadeiras e constantes menções a apelidos ou características individuais, por volta das 14:00 ou 15:00 hs, sob o calor das tardes de agosto, trabalhando a céu aberto na catação e na separação do lixo, o cansaço era evidente. O constante odor característico do lixo, a luminosidade e o calor excessivos, aliados à presença insistente de moscas e mosquitos, tornavam a atividade extremamente incômoda.

Para anotação dos resultados das pesagens usamos folhas de rascunho, uma vez que, era impossível criar um impresso que sistematizasse a acumulação dos dados de campo.

Tomamos o cuidado de anotar todos os valores pesados, bem como todas as informações que julgássemos pudessem vir a ser importantes no desenrolar dos trabalhos.



FOTO 4- Atividade de triagem, separação e catação dos operários da SLU, durante a caracterização do lixo do “campus” da PUC-MG, em agosto de 1992, no Aterro Sanitário da BR-040.

A triagem, a separação e a catação do lixo foram realizadas por todos os funcionários conjuntamente, identificando e separando a um só tempo todas as frações pré-determinadas pela SLU (FOTO 4). À medida que os latões, cujas taras já haviam previamente sido determinadas, iam se enchendo, seu conteúdo era pesado (FOTO 5) e o valor medido era anotado para posterior processamento. Todo o lixo já pesado era em seguida descartado e removido, por um dos operários, com utilização de um carrinho de mão. Durante os trabalhos de separação os operários utilizaram luvas de proteção, além de ancinhos, rastelos e vassouras para arrastar porções e parte do lixo, separando-as do monte principal. A distribuição percentual gravimétrica encontrada para as frações do lixo foi, para cada uma das datas de caracterização, compilada no quadro 14, apresentado na próxima página.

Data	26/08/92	28/08/92	31/08/92	Soma	Média	%
Fração	Peso em Kg					
papel	513,00	198,21	601,50	1312,71	437,57	58,74
papelão	18,30	23,30	45,00	86,60	28,87	3,88
vidro claro	1,80	2,00	4,00	7,80	2,60	0,35
vidro escuro	2,00	0,30	3,50	5,80	1,93	0,26
madeira	7,30	1,30		8,60	2,87	0,38
matéria orgânica putrescível	137,40	288,79	194,50	620,69	206,90	27,77
metal ferroso	0,70	2,00		2,70	0,90	0,12
alumínio	0,30	0,02	3,50	3,82	1,27	0,17
cobre	0,10	0,01	0,20	0,31	0,10	0,01
trapo/pano	1,50	1,70	1,00	4,20	1,40	0,19
couro				0,00	0,00	0,00
polietileno	1,00	11,80	16,60	29,40	9,80	1,32
filme plástico	9,30	12,40	14,00	35,70	11,90	1,60
borracha	1,40	0,10	1,50	3,00	1,00	0,13
folhagem e galhos	0,40			0,40	0,13	0,02
louça, pedras e cacos	14,40	1,50	16,00	31,90	10,63	1,43
ossos				0,00	0,00	0,00
terra e similares		20,00		20,00	6,67	0,89
pedras				0,00	0,00	0,00
pilhas e baterias				0,00	0,00	0,00
carcaças animais	0,80			0,80	0,27	0,04
copos descartáveis	13,40		2,50	15,90	5,30	0,71
latas	2,40		8,50	10,90	3,63	0,49
laboratórios	1,30	13,70	18,50	33,50	11,17	1,50
isopor		0,10		0,10	0,03	0,00
Total	726,80	577,23	930,80	2234,83	744,94	100,00

QUADRO 14 - Composição do lixo do "campus" da PUC-MG, na amostragem de outubro de 1992

Algumas observações podem ser feitas, relativamente ao trabalho de separação do lixo:

- os copinhos descartáveis (para café e água) eram de difícil separação, pois encontravam-se sempre com matéria orgânica agregada;
- o lixo dos escritórios encontrava-se muito misturado com lixo de varrição;
- o papel higiênico encontrava-se bem individualizado, porque era coletado em separado, dentro de sacos pretos;

- o papel higiênico pelo seu elevado teor de umidade e pelo fato de ser um material contaminado, foi considerado como matéria orgânica putrescível.

A partir do quadro de distribuição das frações do lixo, eliminando as linhas referentes às frações que não apareceram na composição e organizando as restantes segundo a ordem decrescente de incidência, podemos apreciar o seguinte quadro:

Data	26/08/92	28/08/92	31/08/92	Soma	Média	%
Fração	Peso em Kg					
papel	513,00	198,21	601,50	1312,71	437,57	58,74
matéria orgânica putrescível	137,40	288,79	194,50	620,69	206,90	27,77
papelão	18,30	23,30	45,00	86,60	28,87	3,88
filme plástico	9,30	12,40	14,00	35,70	11,90	1,60
laboratórios	1,30	13,70	18,50	33,50	11,17	1,50
louça, pedras e cacos	14,40	1,50	16,00	31,90	10,63	1,43
polietileno	1,00	11,80	16,60	29,40	9,80	1,32
terra e similares		20,00		20,00	6,67	0,89
copos descartáveis	13,40		2,50	15,90	5,30	0,71
latas	2,40		8,50	10,90	3,63	0,49
madeira	7,30	1,30		8,60	2,87	0,38
vidro claro	1,80	2,00	4,00	7,80	2,60	0,35
vidro escuro	2,00	0,30	3,50	5,80	1,93	0,26
trapo/pano	1,50	1,7	1,00	4,20	1,40	0,19
alumínio	0,30	0,02	3,50	3,82	1,27	0,17
borracha	1,40	0,10	1,50	3,00	1,00	0,13
metal ferroso	0,70	2,00		2,70	0,90	0,12
carcaças animais	0,80			0,80	0,27	0,04
folhagem e galhos	0,40			0,40	0,13	0,02
cobre	0,10	0,01	0,20	0,31	0,10	0,01

QUADRO 15 - Valores estatísticos da composição do lixo do "campus" da PUC-MG, na amostragem de outubro de 1992

Os dados do quadro acima foram utilizados na confecção do GRAF. 6, apresentado na próxima página.

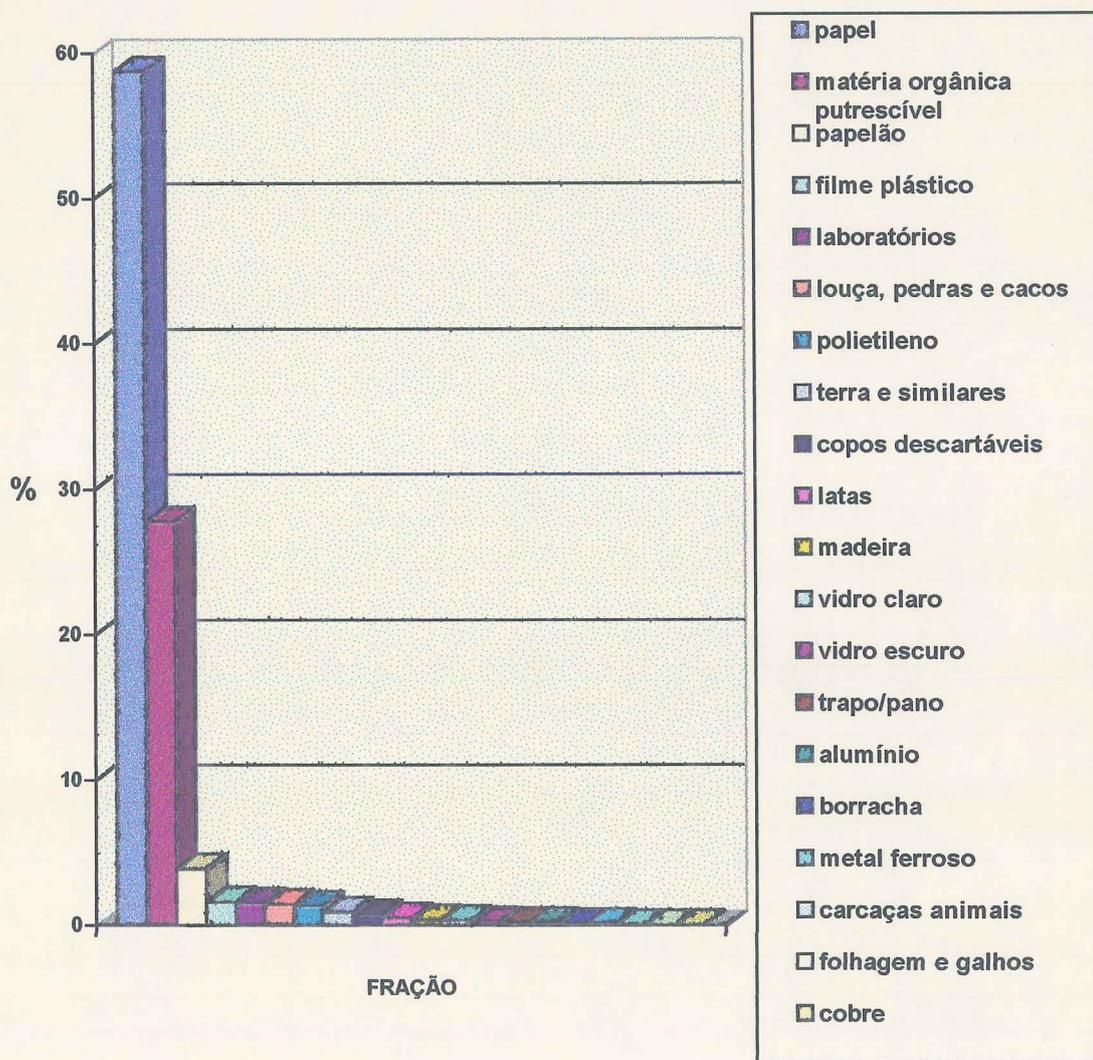


GRÁFICO 6 - Composição do lixo do "campus" da PUC-MG, na amostragem de outubro de 1992

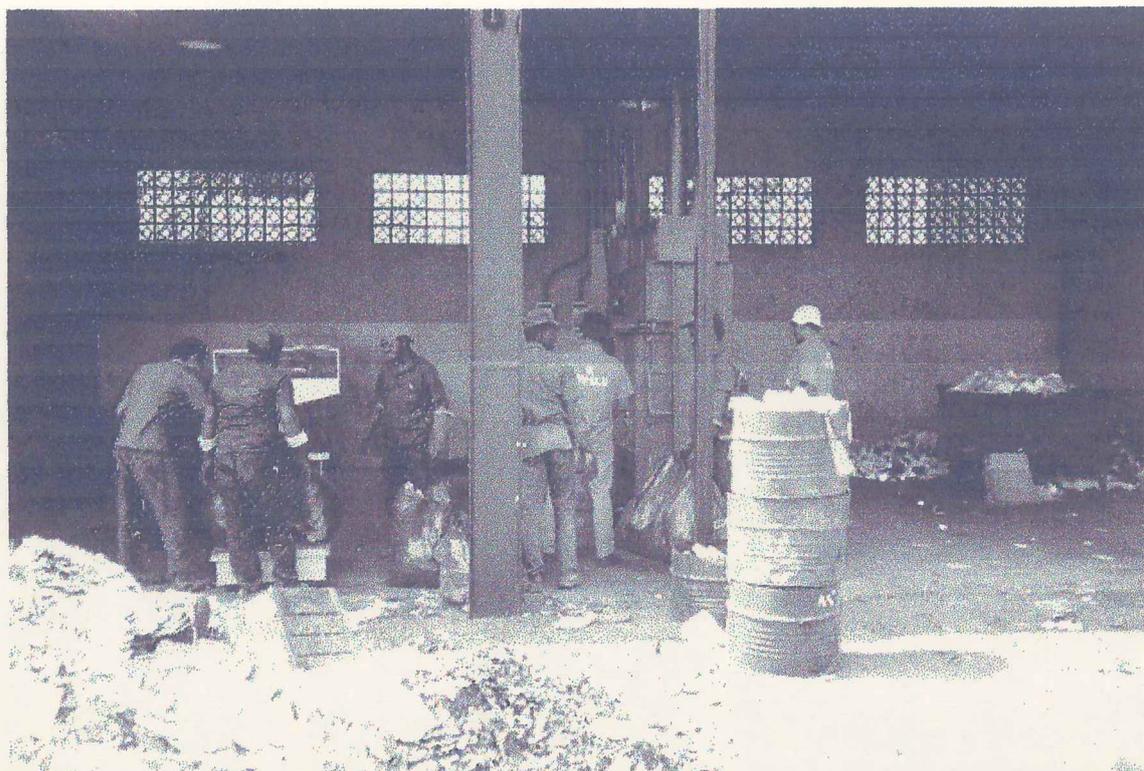


FOTO 5 - Pesagem das parcelas identificadas de lixo, durante a caracterização do lixo do "campus" da PUC-MG, em agosto/1992, no Aterro Sanitário da BR-040

A partir dos dados de distribuição das frações de lixo e adotando as diversas classificações propostas pelos autores consultados, podemos agrupar os resíduos de diversas formas. Assim criamos os diversos quadros abaixo, acrescentando as colunas de desvio padrão e coeficiente de variação, a fim de discutirmos a variabilidade das frações na composição das amostras. Assim temos, do ponto de vista da incineração:

Frações	26/08/92	28/08/92	31/08/92	Soma	%	Média	s	cv
combustível	703,80	537,70	876,60	2118,10	94,78	706,03	169,46	24,00
não combustível	23,00	39,53	54,20	116,73	5,22	38,91	15,61	40,12

QUADRO 16 - Classificação do lixo do "campus" da PUC-MG, na amostragem de outubro/1992, segundo possibilidades de incineração

Relativamente à biodegradabilidade, temos:

Frações	26/08/92	28/08/92	31/08/92	Soma	%	Média	s	cv
facilmente degradável	138.20	288.79	194.50	621.49	27,81	207.16	76.09	36.73
moderadamente degradável	531.30	221.51	646.50	1399.31	62,61	466.44	219.77	47.12
difícilmente degradável	10.20	3.10	2.50	15.80	0,71	5.27	4.28	81.32
não degradável	47.10	63.83	87.30	198.23	8,87	66.08	20.19	30.56

QUADRO 17 - Classificação do lixo do "campus" da PUC-MG, na amostragem de outubro/1992, segundo as possibilidades de biodegradação

Se analisarmos segundo o ponto de vista econômico, podemos assim arranjar as suas frações:

Frações	26/08/92	28/08/92	31/08/92	Soma	%	Média	s	cy
inaproveitável	26.30	38.40	37.00	101.70	4,55	33.90	6.62	19.52
recuperável	556.10	247.74	683.30	1487.14	66,54	495.71	223.97	45.18
aproveitável	6.20	2.30	16.00	24.50	1,10	8.17	7.06	86.43
aproveitável para produção de composto	138.20	288.79	194.50	621.49	27,81	207.16	76.09	36.73

QUADRO 18 - Classificação do lixo do “campus” da PU-MG, na amostragem de outubro/1992, segundo as possibilidades econômicas

Os dados, conforme arranjados acima darão origem a gráficos de distribuição das frações. A distribuição das frações, para cada classificação adotada, dá uma idéia do tipo de lixo analisado, quando este lixo é considerado como um todo, como uma mistura da qual procuramos as características mais marcantes, definidoras de formas de coleta, transporte e destinação final. Os gráficos de distribuição de frações são:

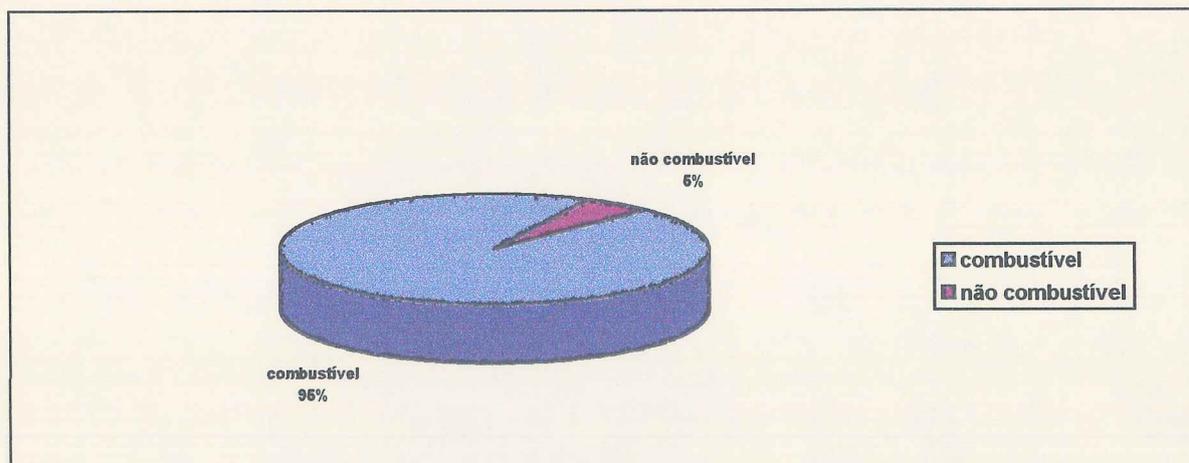


GRÁFICO 7 - Classificação do lixo do “campus” da PUC-MG, na amostragem de outubro de 1992, segundo as possibilidades de incineração

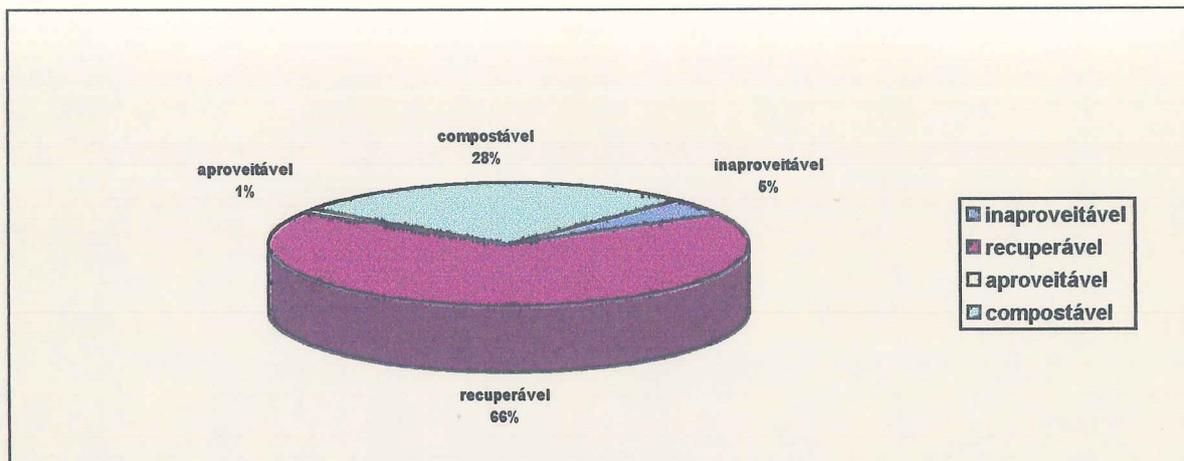


GRÁFICO 8 - Classificação do lixo do "campus" da PUC-MG, na amostragem de outubro de 1992, segundo as possibilidades econômicas

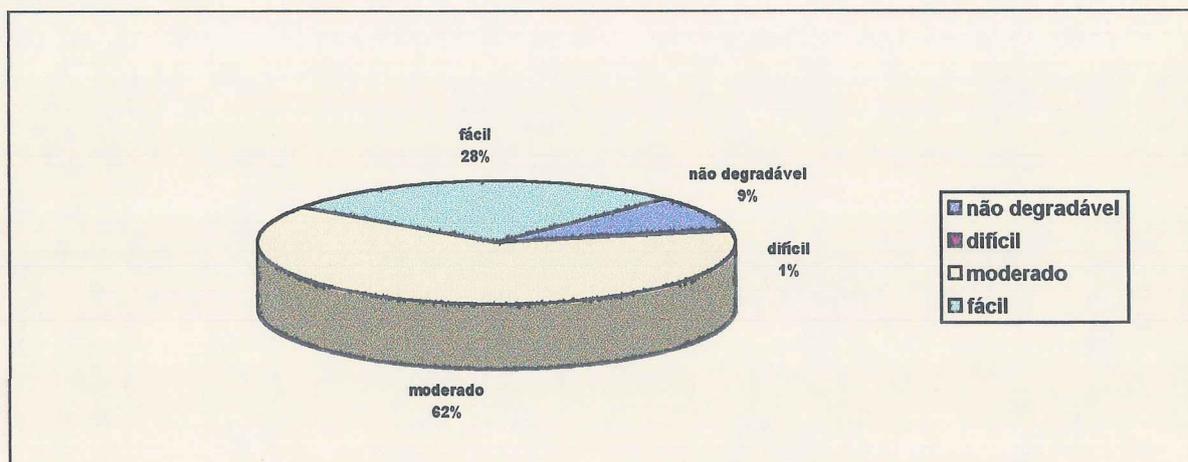


GRÁFICO 9 - Classificação do lixo do "campus" da PUC-MG, na amostragem de outubro de 1992, segundo as possibilidades de biodegradação

Podemos dizer, dos dados processados, que o lixo analisado é um lixo primordialmente combustível (94,78%), recuperável (66,54%) e moderadamente degradável (62,61%). Além disso é possível considerar ainda uma parcela significativa de resíduo compostável e facilmente degradável (27,81%).

As frações cujos percentuais se apresentaram mais estáveis foram as de resíduo inaproveitável (cv=19,52%), resíduo combustível (cv=24,00%) e não degradável (cv=30,56%).

As frações de menores percentuais foram o resíduo dificilmente degradável (0,71%), composto por trapos, borracha e madeira; o resíduo aproveitável (1,10%), representado por latas ou garrafas e vasilhames de vidro limpo e íntegro e o resíduo não combustível, (5,22%) do qual fazem parte vidro, metal, pedras e materiais cerâmicos.

É conveniente observar que todos estes valores referem-se ao resíduo sólido entregue para a disposição final, que é diferente do resíduo sólido produzido no “campus”. Esta diferença retrata e explicita toda a realidade do processo de produção de resíduos sólidos, na medida em que por fatores sociais, econômicos, administrativos e estruturais, a comunidade define que parte do resíduo sólido que ela produz se transformará de fato em lixo.

O lixo da PUC-MG é constituído basicamente por papel, em concentração percentual provavelmente superior a aquela do lixo produzido no entorno do “campus”. Esta diferença retrata a interferência do fator urbano, que concede à área do “campus” um valor igual a *universitário*. O mesmo fator urbano torna-se responsável por interferências no fator operacional. Por ser o “campus” uma grande área desprovida de um sistema viário que absorva o tráfego de caminhões, é impossível seu lixo ser coletado pela SLU, ficando sob a responsabilidade da comunidade os devidos parâmetros do fator operacional (tipo de equipamento e frequência de coleta, tamanho de guarnição, custos diretos e indiretos).

Do ponto de vista do fator social, podemos considerar a comunidade da PUC-MG uma comunidade com facilidades para a aquisição e o desenvolvimento da percepção ambiental. Estas facilidades traduzem-se na possibilidade de desenvolvimento de campanhas de sensibilização, com participação de profissionais de diversas especialidades, em um meio físico notadamente bem arborizado e paisagisticamente bem cuidado, organizado em grandes espaços abertos, sem circulação de veículos, com um mínimo de áreas asfaltadas ou pavimentadas e ruídos.

É interessante notar que, do ponto de vista da difusão de conhecimento, podemos considerar a existência de uma potente cadeia de multiplicação, representada por reitoria e pró-reitorias, institutos, departamentos, núcleos de disciplinas, professores e funcionários. Do ponto de vista da difusão externa de conhecimento, além dos níveis já citados, contamos também com os alunos que frequentam o “campus”, uma população não inferior a 15.000 pessoas. Entendemos que por todas estas especificidades, o “campus” trata-se de uma comunidade privilegiada, no que tange ao gerenciamento dos resíduos sólidos.

3.5 O CASO DE BELO HORIZONTE

A fim de estabelecer o comportamento da produção de resíduos sólidos em uma comunidade não tão específica como a comunidade universitária, consideramos o trabalho de caracterização dos resíduos sólidos de Belo Horizonte, coordenado por SANT'ANNA FILHO (1991) e executado pela Superintendência de Limpeza Urbana-SLU. Neste trabalho o resíduo sólido de cada uma das nove seções de limpeza do município foi caracterizado separadamente, por amostragem de 0.5 m³ (meio metro cúbico) do lixo de cada distrito de cada seção de limpeza, num total de 97 distritos de limpeza, tendo-se observado desta forma o tamanho da seção para a definição do tamanho da amostra. Para cada seção de limpeza foram apresentadas as seguintes informações:

- número de amostras;
- peso específico do lixo em kg/m³ (quilograma por metro cúbico);
- "per capita" em kg/hab.d (quilograma por habitante por dia);
- taxa de ocupação em hab/residência (habitante por residência);
- composição gravimétrica em kg (quilograma) e
- composição percentual gravimétrica em porcentagens do peso total.

As seções de limpeza pública para as quais se apresentam os dados mencionados são: Barreiro, Centro, Leste, Nordeste, Noroeste/Oeste, Norte, Pampulha, Sul e Venda Nova, conforme a FIG. 3. Os valores dos dados apresentados são os seguintes:

ITEM	Barreiro	Centro	Leste	Noroeste	Noroeste Oeste	Norte	Pampulha	Sul	Venda Nova
Papel	10,20	11,90	16,50	7,00	9,40	10,80	9,70	9,90	13,50
Papelão	2,30	2,30	4,70	5,00	2,20	2,90	2,20	2,00	1,50
Vidro claro	1,20	1,80	1,90	0,90	1,30	2,00	0,80	0,60	0,50
Vidro escuro	0,60	1,80	1,10	0,50	0,90	1,90	1,50	1,00	0,70
Madeira	0,90	0,70	0,60	0,50	0,40	0,50	0,15	0,50	1,20
M. O. putrescível	70,00	68,00	53,50	65,00	64,40	62,15	72,80	58,50	68,00
Metal ferroso	2,40	2,80	4,20	2,00	2,20	3,60	2,50	1,60	2,10
Alumínio	0,00	0,50	0,20	0,15	0,20	0,14	0,30	0,30	0,00
Cobre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros metais	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Trapo / pano	3,10	1,10	1,70	1,10	1,10	2,00	1,80	1,40	1,10
Couro	0,40	0,00	0,30	0,20	0,20	0,10	0,10	0,30	0,30
Plástico polietileno	1,40	1,20	3,00	2,20	1,60	1,80	1,60	1,30	2,00
Plástico filme	3,90	5,00	6,20	4,00	5,40	5,50	2,50	3,60	4,00
Borracha	0,90	0,20	0,20	0,40	0,40	0,30	0,70	0,60	0,10
Folhagem	1,10	2,00	4,10	9,00	6,60	3,50	1,50	14,80	3,50
Louça	0,00	0,20	0,10	0,10	0,20	0,20	0,30	0,00	0,15
Ossos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00
Terra e similares	0,40	0,00	0,10	1,00	1,90	0,80	0,50	1,00	0,30

QUADRO 19 - Composição do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991

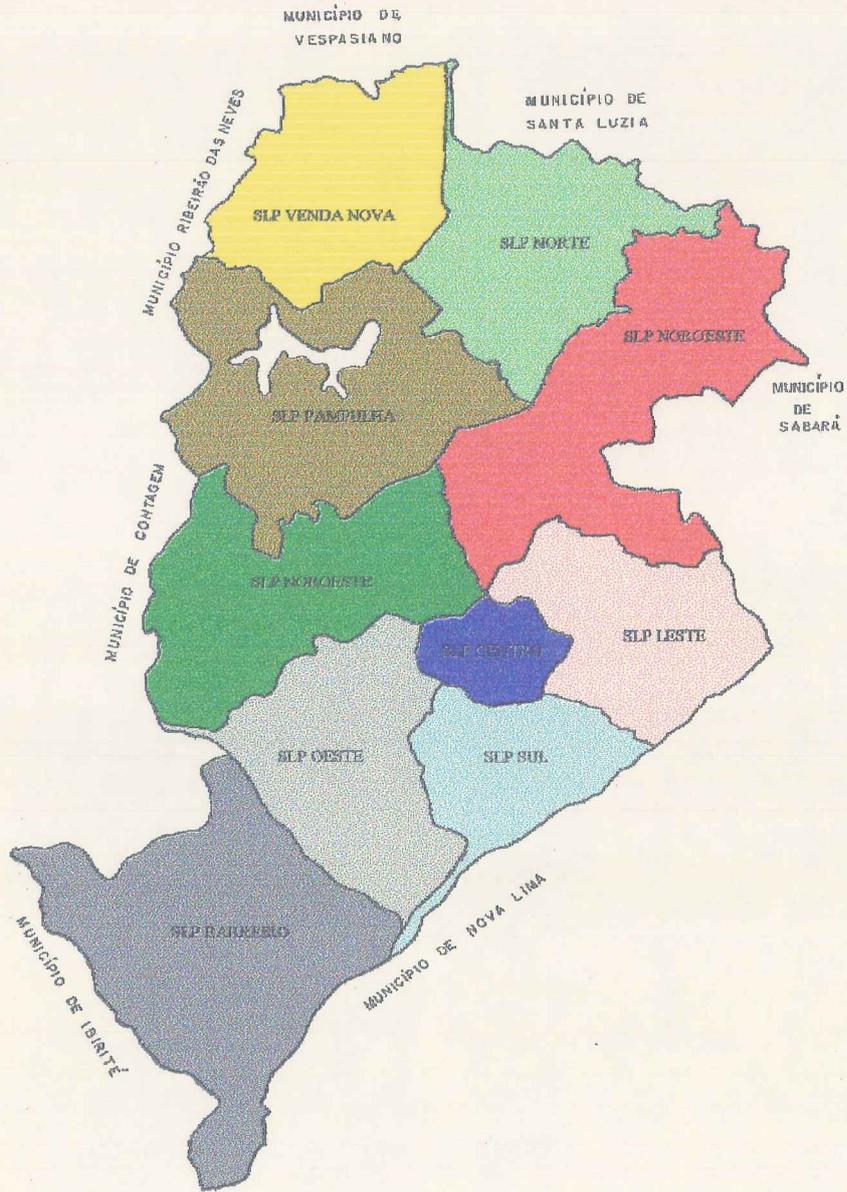


FIGURA 3 - Seções de Limpeza Pública de Belo Horizonte

DADO	Barreiro	Centro	Leste	Nordeste	Noroeste Oeste	Norte	Pampulha	Sul	Venda Nova
Número de amostras	10	7	12	10	30	5	8	7	8
"Per capita" (kg/hab.d)	0,450	0,955	0,400	0,425	0,580	0,437	0,647	0,927	0,460
Peso específico (kg/m ³)	182,50	157,31	188,87	198,62	177,37	177,98	177,00	158,10	178,37
Ocupação (hab/residência)	5,05	7,33	4,94	4,33	5,12	4,52	5,09	5,48	5,86

QUADRO 20 - Características do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991

Apesar de os dados de distribuição percentual gravimétrica incluírem o item "perdas", para os fins da nossa pesquisa nós o suprimimos. A partir dos dados de distribuição percentual dos itens constituintes do resíduo sólido, elaboramos o quadro abaixo, cujos valores são apresentados organizados segundo a ordem decrescente do valor médio do percentual do item em relação ao peso total da amostra.

Fração	Min.	Média	Máx.	s	cv	Amplitude
Mat. org. putresc.	53,50	64,71	72,80	5,64	8,71	19,30
Papel	7,00	10,99	16,50	2,57	23,39	9,50
Folhagem	1,10	5,12	14,80	4,17	81,34	13,70
Plást. filme	2,50	4,46	6,20	1,09	24,36	3,70
Papelão	1,50	2,79	5,00	1,16	41,42	3,50
Metal ferroso	1,60	2,60	4,20	0,78	29,85	2,60
Plást. polietileno	1,20	1,79	3,00	0,53	29,40	1,80
Trapo / pano	1,10	1,60	3,10	0,62	38,98	2,00
Vidro claro	0,50	1,22	2,00	0,54	43,94	1,50
Vidro escuro	0,50	1,11	1,90	0,48	43,57	1,40
Terra e similares	0,00	0,67	1,90	0,55	83,07	1,90
Madeira	0,15	0,61	1,20	0,29	47,10	1,05
Borracha	0,10	0,42	0,90	0,25	58,84	0,80
Couro	0,00	0,21	0,40	0,12	56,69	0,40
Alumínio	0,00	0,20	0,50	0,15	74,22	0,50
Louça	0,00	0,14	0,30	0,09	67,41	0,30
Ossos	0,00	0,07	0,60	0,19	-	0,60
Outros metais	0,00	0,04	0,40	0,13	-	0,40
Cobre	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,00

QUADRO 21 - Valores estatísticos da composição do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991

No quadro acima são os seguintes os valores calculados:

Min.: valor mínimo registrado para o item;

Média: valor médio aritmético simples dos valores registrados para o item, como medida de locação;

Máx.: valor máximo registrado para o item;

Desvio Padrão: desvio padrão calculado com os valores registrados para o item, como medida de variabilidade ou dispersão absolutas;

cv: coeficiente de variação calculado com os valores registrados para o item, resultado da divisão do desvio padrão pela média, como medida de variabilidade ou dispersão comparativas e

Amplitude: amplitude do conjunto de valores obtidos para o item, como medida de variabilidade ou dispersão absolutas.

O mesmo quadro obtido para a distribuição percentual gravimétrica pode ser construído para as características do resíduo sólido amostrado, obtendo-se:

Fração	Min.	Médio	Max.	s	cv	Amplitude
Número de amostras	5,00	10,78	30,00	7,07	65,58	25,00
"Per capita" (kg/hab.d)	0,40	0,59	0,96	0,20	34,71	0,55
Peso específico (kg/m ³)	157,31	177,35	198,62	12,41	7,00	41,31
Ocupação (hab/residência)	4,33	5,30	7,33	0,84	15,76	3,00

QUADRO 22 - Valores estatísticos das características do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro 1991

Analisando estes quadros, podemos observar diversos aspectos relativos aos dados. Se analisarmos o quadro dos valores estatísticos obtidos para a distribuição percentual gravimétrica, relativamente aos percentuais médios calculados é possível encontrar a seguinte distribuição:

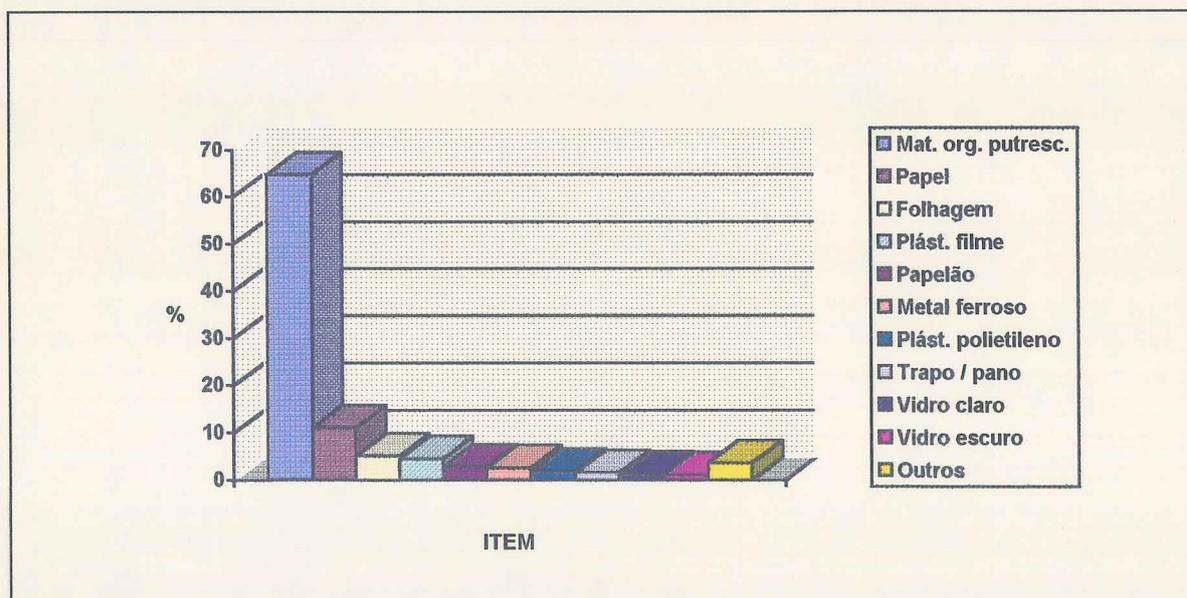


GRÁFICO 10 - Composição do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro/1991

No gráfico acima encontram-se representados todos os itens com percentual médio superior a 1%, estando todos os demais itens, de percentual inferior a 1%, agrupados sob a designação de "Outros", com um total de 3,61%. Pelo gráfico podemos notar que o item que contribui com a maior parte do peso do lixo é a matéria orgânica putrescível. Os outros itens individualizados neste gráfico, à exceção das folhagens, dos trapos e dos panos, são todos itens de algum valor comercial, recicláveis ou reaproveitáveis.

Para se ter uma idéia da variabilidade dos dados, podemos apresentar dois gráficos semelhantes ao anterior, construídos um com os valores de desvio padrão e outro com os valores do coeficiente de variação obtidos:

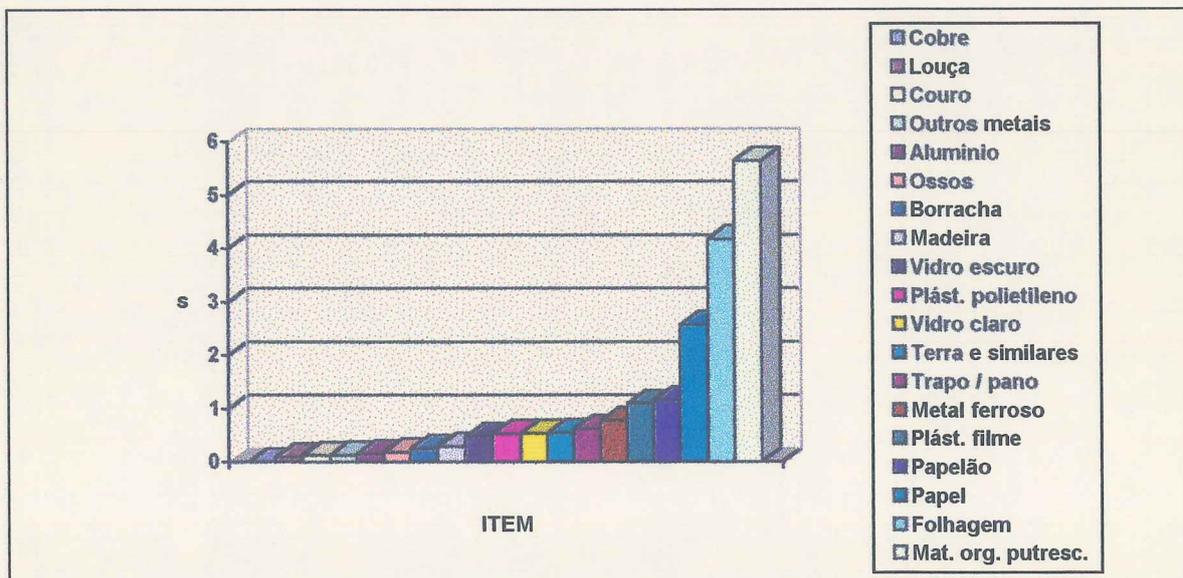


GRÁFICO 11 - Desvio padrão para os itens da composição do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro 1991

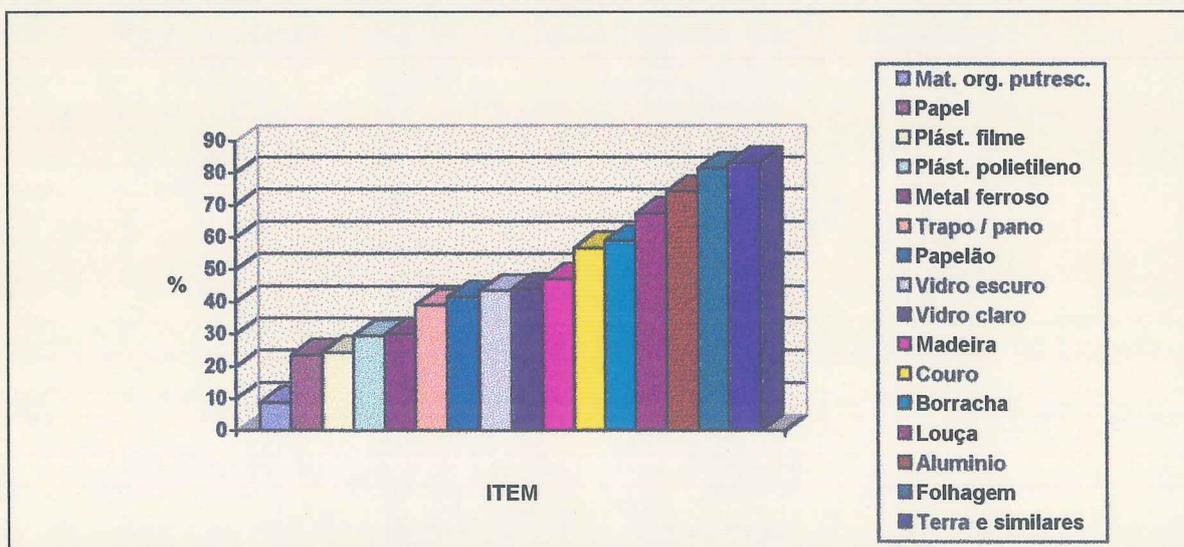


GRÁFICO 12 - Coeficiente de variação para os itens da composição do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991

Neste último gráfico os valores do coeficiente de variação para os itens “cobre”, “ossos” e “outros metais” foram suprimidos, uma vez que cada um desses itens apresenta valor de coeficiente de variação extremamente elevado, por aparecer em apenas uma das seções de limpeza pública (itens “ossos” e “outros metais”), ou mesmo por não aparecer em qualquer das seções, como é o caso do cobre. A presença de tais valores de coeficiente de variação achataria demais as colunas referentes aos coeficientes dos demais itens, prejudicando a visualização que se busca da situação analisada.

À exceção do item “trapo/pano”, os menores coeficientes de variação coincidem com itens de algum valor comercial, recicláveis ou reaproveitáveis.

Ao analisarmos os valores estatísticos calculados para as características do lixo amostrado, buscando estabelecer relações entre esses valores, traçamos gráficos de dispersão do peso específico em relação ao “per capita”, do “per capita” em relação à ocupação e do peso específico em relação à ocupação, tendo obtido respectivamente coeficientes de correlação iguais a (- 0.900), (+0.719) e (-0.751). Os gráficos de dispersão (13, 14 e 15) mencionados são os seguintes:



GRÁFICO 13 - Correlação entre “per capita” e peso específico do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991

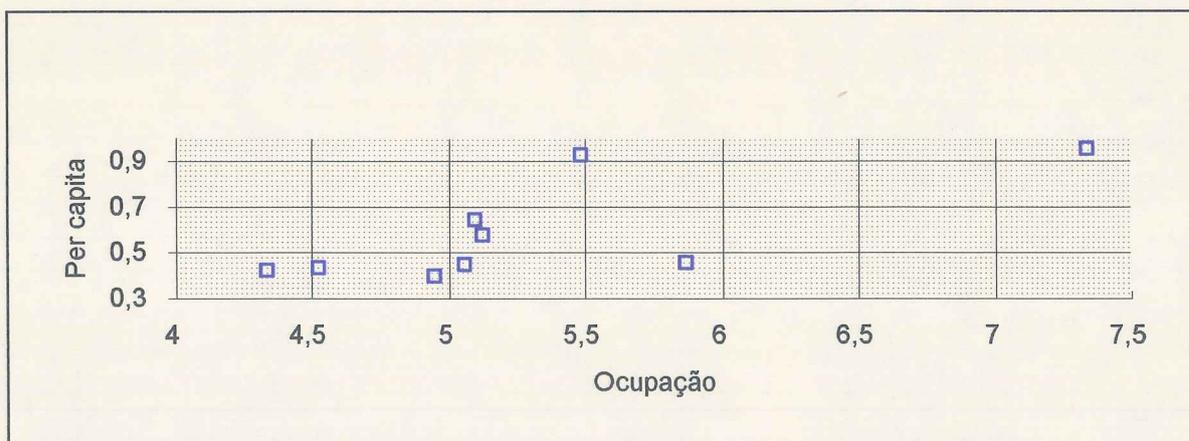


GRÁFICO 14 - Correlação entre taxa de ocupação e “per capita” do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991

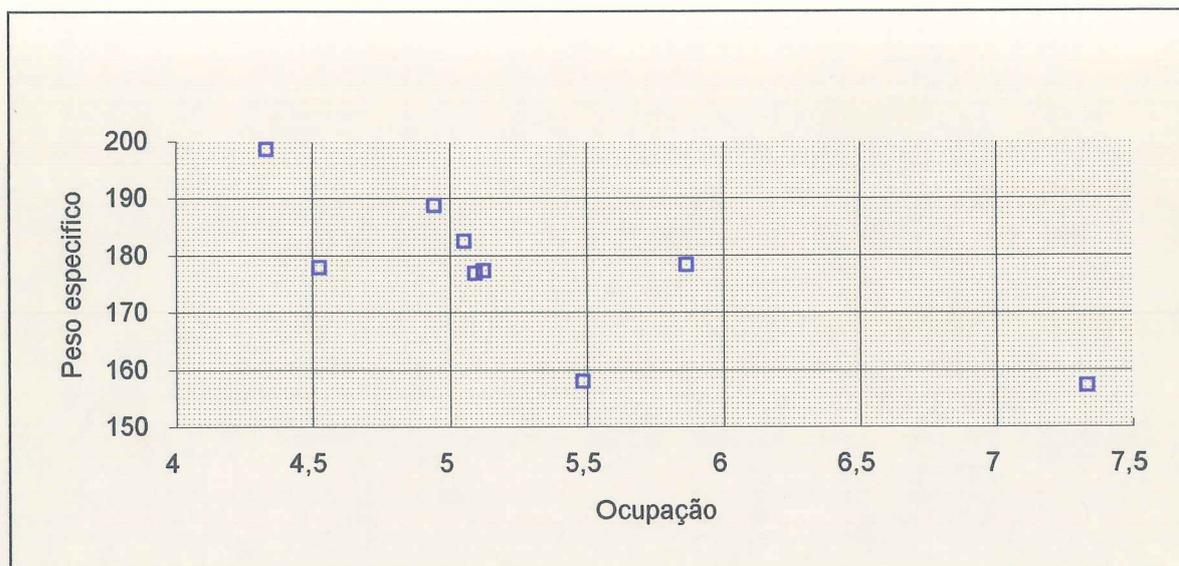


GRÁFICO 15 - Correlação entre taxa de ocupação e peso específico do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991

Dos três gráficos de dispersão traçados apenas o primeiro, que associa “per capita” e peso específico, conduz a uma boa relação, expressa por um coeficiente de correlação igual a -0,900. Tal coeficiente expressa a tendência de redução do peso específico como consequência de aumento do “per capita”. Esta relação indica portanto que, à medida que comparamos uma comunidade com baixo “per capita” e uma comunidade com “per capita” elevado, encontramos no lixo da comunidade de maior “per capita” itens que aumentam mais o volume do que o peso do resíduo. Exemplos destes itens são as embalagens de vidro, de metal ou mesmo de papelão, normalmente encontradas no lixo de comunidades de maior poder aquisitivo.

Buscando melhor elucidar as relações delineadas nos gráficos de dispersão 13, 14 e 15, calculamos coeficientes de correlação para os itens mais notáveis (itens com elevados percentuais médios ou com baixos coeficientes de variação) da composição percentual gravimétrica, relativamente às características físicas e de ocupação. Para isto consideramos não mais a distribuição percentual gravimétrica mas sim a distribuição absoluta gravimétrica, ou seja, ao invés de associar o percentual de cada item às características do resíduo sólido, associamos a produção “per capita” de cada item, em g/hab.d (gramas por habitante por dia), às características do lixo. O cálculo deste “per capita” por item foi obtido considerando-se o percentual de cada item no “per capita” total de lixo. Além disso calculamos também o “per capita” total de lixo em volume por habitante, tendo obtido para este parâmetro os seguintes valores:

SEÇÃO DE LIMPEZA PÚBLICA	Barreiro	Centro	Leste	Nordeste	Noroeste	Oeste	Norte	Pampulha	Sul	Venda Nova
Volume(l/hab.d)	2,46	6,07	2,11	2,13	3,27	2,41	3,61	5,86	2,57	

QUADRO 23 - Valores de volume “per capita” de lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro 1991

Desta forma obtivemos os seguintes coeficientes de correlação:

Itens e Parâmetros	matéria orgânica putrescível	papel	plástico filme	plástico polietileno	metal ferroso
ocupação	+0,7695	+0,8762	+0,7499	+0,4045	+0,7124
peso específico	-0,8666	-0,8768	-0,7576	-0,3960	-0,6610
peso per capita	+0,9697	-0,8768	+0,7499	+0,5170	+0,4657
volume per capita	+0,9617	+0,8894	+0,7981	+0,5711	+0,6762

QUADRO 24 - Valores de coeficientes de correlação para itens e características do lixo do Município de Belo Horizonte na amostragem de outubro 1991

A partir do exame dos coeficientes de correlação para os itens e parâmetros acima relacionados, é possível observar que:

- o peso “per capita” apresenta grande correlação com o peso “per capita” da matéria orgânica putrescível;
- o volume “per capita” apresenta grande correlação com o peso “per capita” da matéria orgânica putrescível;
- o aumento da taxa de ocupação das residências conduz ao aumento da quantidade de cada item constituinte do lixo, em proporções diferenciadas;
- o aumento da quantidade de papel reduz o peso “per capita” do lixo, porque o papel gera aumento de volume e também, provavelmente, por este aumento de papel ser decorrente de maior ocupação comercial, em detrimento da ocupação residencial, com redução da matéria orgânica presente no lixo;
- a quantidade de matéria orgânica putrescível, quando comparada aos parâmetros indicados, apresenta os mais significativos coeficientes de correlação, apresentando-se como o item cuja quantidade interfere mais linearmente nas características do lixo;
- peso específico varia de forma proporcionalmente inversa à quantidade de cada item presente no lixo; tal pode se dever ao fato de que, ao aumentarmos a quantidade de algum item, o aumento de seu volume é proporcionalmente maior que o aumento de seu peso; além disso as variações da quantidade de cada item são fruto de diversos fatores, que atuam também nos demais constituintes do lixo, trazendo como consequência de seus efeitos combinados a redução do peso específico da amostra.

Buscando ainda relacionar a composição do lixo aos parâmetros “per capita”, peso específico e taxa de ocupação das residências, agrupamos os itens constituintes do lixo analisado segundo algumas das classificações propostas pelos autores consultados. Assim obtivemos as seguintes distribuições percentuais gravimétricas:

Segundo Schneider, 1994:

CLASSE	Barreiro	Centro	Leste	Nordeste	Noroeste Oeste	Norte	Pampulha	Sul	Venda Nova
Biodegradável	75,50	71,80	60,20	75,80	72,70	68,25	76,35	75,50	74,10
Reciclável	22,00	16,40	37,80	22,15	23,20	28,64	21,10	20,30	24,30
Descartável	0,90	0,40	0,30	0,50	0,60	1,10	1,00	0,60	0,25

QUADRO 25 - Classificação do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991, segundo Schneider

Segundo Bowerman, 1.989:

CLASSE	Barreiro	Centro	Leste	Nordeste	Noroeste Oeste	Norte	Pampulha	Sul	Venda Nova
Facil. degradável	71,10	70,00	57,60	74,00	71,00	65,65	74,30	73,30	71,50
Moder. degradável	12,50	3,30	21,20	12,00	11,60	13,70	11,90	11,90	15,00
Dific. degradável	5,30	2,00	2,80	2,20	2,10	3,50	2,75	2,80	2,70
Não degradável	9,90	13,30	16,80	11,25	13,70	15,94	10,03	9,40	9,75

QUADRO 26 - Classificação do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro 1991, segundo Bowerman

Segundo Pereira Neto, 1980:

CLASSE	Barreiro	Centro	Leste	Nordeste	Noroeste Oeste	Norte	Pampulha	Sul	Venda Nova
Putrescível	71,10	71,80	60,20	75,80	72,70	68,25	76,35	75,50	74,10
Combustível	23,10	11,50	33,20	20,40	20,70	24,50	18,75	19,60	23,70
Incombustível	4,60	7,10	7,60	5,05	6,70	8,64	5,93	4,50	3,75

QUADRO 27 - Classificação do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro 1991. segundo Pereira Neto

Efetuada para tais distribuições os cálculos estatísticos, obtemos:

Para Schneider:

CLASSE	Mín.	Médio	Máx.	s	cv	Amplitude.
Biodegradável	60,20	72,24	76,35	4,89	6,77	16,15
Reciclável	16,40	23,98	37,80	5,77	24,06	21,40
Descartável	0,25	0,62	1,10	0,28	46,15	0,85

QUADRO 28 - Valores estatísticos para a classificação do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro de 1991, segundo Schneider

Para Bowerman:

CLASSE	Mín.	Médio	Máx.	Desvio Padrão	cv	Amplitude.
Facil. degradável	57,60	69,83	74,30	4,97	7,12	16,70
Moder. degradável	3,30	12,57	21,20	4,34	34,56	17,90
Dific. degradável	2,00	2,91	5,30	0,95	32,74	3,30
Não degradável	9,40	12,23	16,80	2,65	21,69	7,40

QUADRO 29 - Valores estatísticos para a classificação do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro 1991, segundo Bowerman

E para Pereira Neto:

CLASSE	Min.	Médio	Máx.	Desvio Padrão	cv	Amplitude
Putrescível	57,60	69,83	74,30	4,97	7,12	16,70
Combustível	11,50	21,72	33,20	5,44	25,03	21,70
Incombustível	3,75	5,99	8,64	1,54	25,77	4,89

QUADRO 30 - Valores estatísticos para a classificação do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de outubro 1991, segundo Pereira Neto

Ao agruparmos os itens em classes, observamos que:

- obtivemos significativa redução nos valores do coeficiente de variação calculados anteriormente para itens isolados;
- os valores do desvio padrão e da amplitude sofreram aumento significativo;
- nas três classificações adotadas as classes que continham o item “matéria orgânica putrescível” foram as que variaram menos os seus percentuais;
- a classe com percentuais mais variáveis entre as seções de limpeza foi a classe “descartável”;
- nas três classificações adotadas as classes que continham o item “matéria orgânica putrescível” foram as que apresentaram maiores percentuais médios;
- as classes de menor percentual médio em cada classificação foram as classes “descartável”, “dificilmente degradável” e “incombustível”, sendo também classes de elevado coeficiente de variação.

Para verificar o efeito deste agrupamento de dados, segundo as classificações propostas, sobre os coeficientes de correlação das dispersões analisadas, calculamos novos coeficientes de correlação de cada classe em relação aos parâmetros apresentados na pesquisa da SLU. Também aqui utilizamos não os valores percentuais gravimétricos mas sim os valores absolutos gravimétricos, construindo cada classe pela soma dos pesos de seus itens constituintes, considerados para isso o “per capita” em peso total do lixo de cada seção de limpeza e os percentuais gravimétricos de cada item presente no lixo da seção. Desta forma obtivemos os seguintes coeficientes de correlação:

Schneider	per capita	peso esp.	ocupação	volume
biodegradável	+0,9911	-0,8779	+0,6820	+0,9850
reciclável	+0,6455	-0,6399	+0,3353	+0,6432
descartável	+0,5195	-0,5240	+0,0124	+0,5041
Bowerman				
facilmente degradável	+0,9912	-0,8738	+0,6806	+0,9845
moderadamente degradável	+0,1012	-0,1361	-0,2972	+0,1003
difícilmente degradável	+0,6137	-0,6814	+0,3263	+0,6272
não degradável	+0,8291	-0,7759	+0,7256	+0,8370
Pereira Neto				
putrescível	+0,9921	-0,8763	+0,6806	+0,9857
combustível	+0,5619	-0,5831	+0,1442	+0,5701
incombustível	+0,8083	-0,7567	+0,6750	+0,8111

QUADRO 31 - Valores de coeficientes de correlação para classes e características do lixo do Município de Belo Horizonte na amostragem de outubro 1991

Observando os coeficientes de correlação calculados acima, percebemos que:

- são mais elevados para as dispersões que consideram classes que incluem matéria orgânica putrescível;
- os maiores coeficientes obtidos referem-se à correlação do peso “per capita” com as classes que incluem a matéria orgânica putrescível, seguidos por aqueles coeficientes que relacionam o volume “per capita” às referidas classes;
- a classificação proposta por Pereira Neto obteve os mais elevados coeficientes de correlação para todos os parâmetros, excetuando-se o parâmetro “taxa de ocupação”;
- a classe “moderadamente degradável” de Bowerman, que contém os itens papel e papelão foi a única que, relacionada ao parâmetro “taxa de ocupação”, apresentou-se inversamente proporcional a ele;
- as classes “biodegradável”, “reciclável”, “facilmente degradável” e “putrescível” tiveram seu mais elevado coeficiente de correlação quando analisadas relativamente ao parâmetro “peso per capita”;
- as classes “descartável”, “difícilmente degradável” e “combustível” tiveram seu mais elevado coeficiente de correlação quando analisadas relativamente ao parâmetro “peso específico”;
- a classe “moderadamente degradável” teve seu mais elevado coeficiente de correlação quando analisada relativamente ao parâmetro “taxa de ocupação”;
- as classes “não degradável” e “incombustível” tiveram o seu mais elevado coeficiente de correlação quando analisadas relativamente ao parâmetro *volume “per capita”*.

3.6 A SAZONALIDADE NA PRODUÇÃO DE LIXO EM BELO HORIZONTE

Após pesquisarmos as relações existentes entre as características do lixo e os parâmetros relativos à sua produção, queremos agora saber o quanto esta produção de lixo é sazonal, na cidade inteira e, separadamente, em cada seção de limpeza pública. Para isto levantamos dados de produção de lixo no período de janeiro de 1991 a dezembro de 1992, a partir dos Relatórios Bimestrais de Estatísticas e Custos (SLU, Relatório Bimestral de Estatística e Custo, 1991 a 1992). É importante notar que estes dados são apresentados para 7 e não 9 seções de limpeza pública. Tal se deve ao fato de, quando da caracterização do lixo de Belo Horizonte, terem sido adotadas seções que só foram implantadas realmente após 1992. Até então a seção de limpeza Venda Nova englobava a futura seção de limpeza Pampulha e a seção de limpeza Norte englobava a futura seção de limpeza Nordeste. Os dados de produção de lixo mencionados são:

Mês	Centro	Sul	Norte	Leste	Oeste	V. Nova	Barreiro
jan	3490,39	3147,78	1384,71	3267,52	4658,35	3563,61	1377,52
fev	2903,03	2869,38	1292,07	3031,49	3957,01	3258,96	1178,19
mar	2934,29	3268,33	1351,37	3234,55	4320,45	3289,94	1181,25
abr	2932,59	3626,34	1563,47	3530,95	4576,15	3802,90	1225,80
mai	2775,59	3509,29	1523,41	3442,88	4574,25	3523,97	1223,42
jun	2725,35	2789,13	1415,62	2810,00	4122,25	2929,51	793,59
jul	2622,89	3360,68	1480,34	3590,19	4741,69	3664,49	1281,99
ago	2811,98	3438,40	1490,75	3505,72	4521,73	3557,12	1196,00
set	3808,69	3514,75	1646,46	3724,21	4615,61	3641,94	1278,26
out	4030,36	3702,01	1865,27	4240,64	5255,35	4058,73	1402,17
nov	3231,43	3724,78	1878,45	4267,46	5266,46	4031,56	1489,46
dez	3545,49	4194,63	2092,53	4596,34	5794,60	4317,71	1608,15
jan	3273,00	3623,17	2024,29	4441,31	5523,96	4169,10	1601,43
fev	2992,71	3594,30	1798,97	4375,48	5092,37	3802,28	1358,35
mar	2735,17	3380,92	1753,38	3723,73	4587,74	3530,52	1286,88
abr	2680,87	3186,11	1659,57	3639,80	4617,13	3418,08	1313,55
mai	2533,90	3298,11	1335,67	3626,89	3623,23	3170,63	1043,00
jun	2775,97	3257,54	1720,40	3577,25	4829,89	3438,65	1335,91
jul	2777,33	3184,68	1728,90	3556,20	4921,70	3620,09	1322,29
ago	2686,68	3258,07	1746,99	3578,03	4445,46	3274,29	1273,55
set	2805,20	3247,55	1751,38	3532,95	4587,19	3346,02	1276,13
out	2924,34	3424,49	1886,97	3664,98	4760,55	3520,42	1349,53
nov	3054,55	3453,22	1955,10	3916,78	4773,38	3650,84	1530,38
dez	3380,34	3801,25	2124,01	4188,50	5356,74	4226,97	1733,85

QUADRO 32 - Dados de produção de lixo no Município de Belo Horizonte, de janeiro 1991 a dezembro 1992 (tons)

Uma primeira manipulação destes dados nos permite elaborar o quadro seguinte, no qual organizamos as seções de limpeza, da esquerda para a direita, considerada a ordem crescente das suas produções médias de lixo. Além disso, apresentamos no mesmo quadro valores de média, desvio padrão e coeficiente de variação por mês e por seção.

Mês	Oeste	Leste	V. Nova	Sul	Centro	Norte	Barreiro	Média	s	cv
jan	4658,35	3267,52	3563,61	3147,78	3490,39	1384,71	1377,52	2984,27	1200,11	40,21
fev	3957,01	3031,49	3258,96	2869,38	2903,03	1292,07	1178,19	2641,45	1028,47	38,94
mar	4320,45	3234,55	3289,94	3268,33	2934,29	1351,37	1181,25	2797,17	1132,61	40,49
abr	4576,15	3530,95	3802,90	3626,34	2932,59	1563,47	1225,80	3036,89	1225,39	40,35
mai	4574,25	3442,88	3523,97	3509,29	2775,59	1523,41	1223,42	2938,97	1195,07	40,66
jun	4122,25	2810,00	2929,51	2789,13	2725,35	1415,62	793,59	2512,21	1090,36	43,40
jul	4741,69	3590,19	3664,49	3360,68	2622,89	1480,34	1281,99	2963,18	1248,14	42,12
ago	4521,73	3505,72	3557,12	3438,40	2811,98	1490,75	1196,00	2931,67	1197,84	40,86
set	4615,61	3724,21	3641,94	3514,75	3808,69	1646,46	1278,26	3175,70	1227,88	38,66
out	5255,35	4240,64	4058,73	3702,01	4030,36	1865,27	1402,17	3507,79	1374,58	39,19
nov	5266,46	4267,46	4031,56	3724,78	3231,43	1878,45	1489,46	3412,80	1337,48	39,19
dez	5794,60	4596,34	4317,71	4194,63	3545,49	2092,53	1608,15	3735,64	1460,12	39,09
jan	5523,96	4441,31	4169,10	3623,17	3273,00	2024,29	1601,43	3522,32	1370,87	38,92
fev	5092,37	4375,48	3802,28	3594,30	2992,71	1798,97	1358,35	3287,78	1343,17	40,85
mar	4587,74	3723,73	3530,52	3380,92	2735,17	1753,38	1286,88	2999,76	1156,88	38,57
abr	4617,13	3639,80	3418,08	3186,11	2680,87	1659,57	1313,55	2930,73	1150,58	39,26
mai	3623,23	3626,89	3170,63	3298,11	2533,90	1335,67	1043,00	3264,35	1073,55	32,89
jun	4829,89	3577,25	3438,65	3257,54	2775,97	1720,40	1335,91	2990,80	1182,98	39,55
jul	4921,70	3556,20	3620,09	3184,68	2777,33	1728,90	1322,29	3015,88	1217,86	40,38
ago	4445,46	3578,03	3274,29	3258,07	2686,68	1746,99	1273,55	2894,72	1090,61	37,68
set	4587,19	3532,95	3346,02	3247,55	2805,20	1751,38	1276,13	2935,20	1119,79	38,15
out	4760,55	3664,98	3520,42	3424,49	2924,34	1886,97	1349,53	3075,90	1148,99	37,35
nov	4773,38	3916,78	3650,84	3453,22	3054,55	1955,10	1530,38	3190,61	1126,54	35,31
dez	5356,74	4188,50	4226,97	3801,25	3380,34	2124,01	1733,85	3544,52	1261,87	35,60
Média	4730,14	3710,99	3617,01	3410,62	3018,01	1686,25	1319,19	Média	s	cv
s	489,22	446,40	349,47	299,20	388,65	243,15	192,73	s		
cv	10,34	12,03	9,66	8,77	12,88	14,42	14,61	cv		

QUADRO 33 - Valores estatísticos dos dados de produção mensal de lixo no Município de Belo Horizonte, de janeiro 1991 a dezembro 1992 (tons)

A observação do quadro acima nos mostra que a variabilidade da produção de lixo é maior entre seções de limpeza pública diferentes do que entre meses diferentes de uma mesma seção. Podemos admitir que o fator geográfico, que contém os parâmetros clima, características da cidade, estação do ano e localização geográfica, atua de forma semelhante em toda a cidade, produzindo em seções de limpeza diferentes, ao longo do ano, semelhantes efeitos combinados. Por outro lado, a maior variabilidade dos valores de produção de lixo entre seções de limpeza pode estar diretamente associada ao fator operacional ou ao fator urbano. No primeiro caso, a associação deve se dar principalmente com o parâmetro área relativa de produção de lixo. No segundo, o fator urbano deve se manifestar através do parâmetro densidade demográfica.

Com os dados apresentados no quadro acima é possível elaborar um gráfico no qual cada seção de limpeza seja representada por uma curva da produção de lixo em função do mês do ano, para os anos de 1991 e 1992. O gráfico assim elaborado poderá indicar a existência ou não de sazonalidades diferentes para regiões diferentes. O gráfico elaborado é o seguinte:

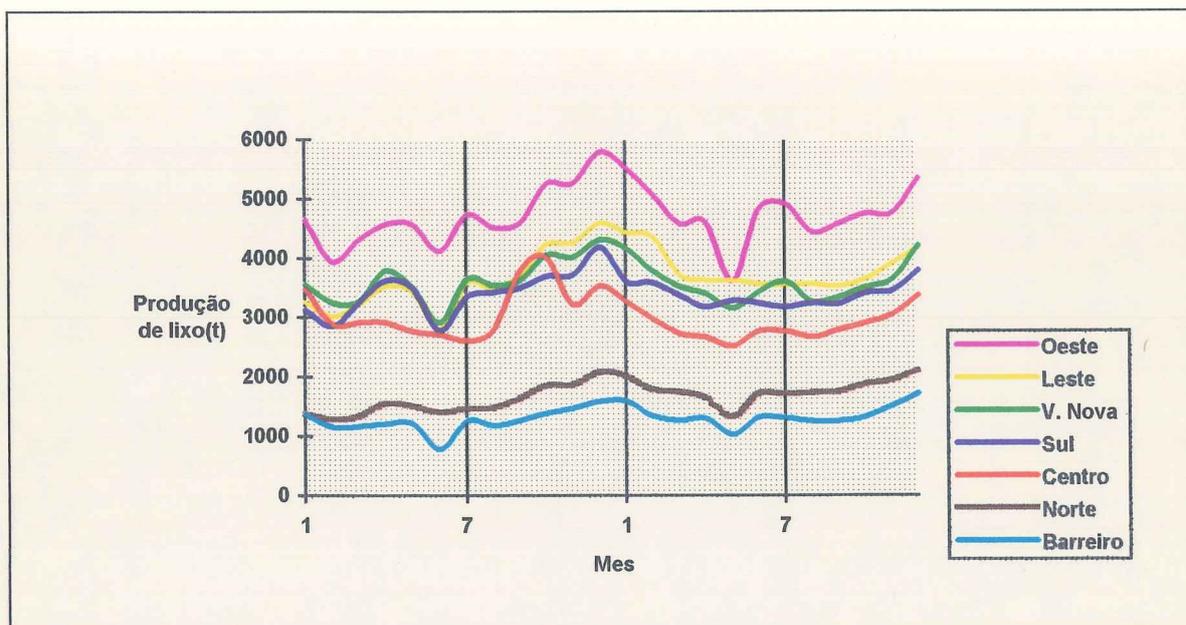


GRÁFICO 16 - Produção mensal de lixo por Seção de Limpeza Pública no Município de Belo Horizonte, de janeiro de 1991 a dezembro de 1992

Da observação deste gráfico podemos notar que:

- existe uma depleção em quase todas as curvas, aproximadamente no quinto e sexto meses de cada ano, que no caso de nossa cidade corresponde à estação fria;
- as duas seções de limpeza que apresentam menores médias mensais de produção de lixo são também as que possuem curvas de comportamento mais estável;
- a seção de maiores valores de produção mensal de lixo possui a curva de comportamento mais instável;
- a produção de lixo é crescente ao longo do segundo semestre de cada ano;
- a curva da seção de limpeza Norte e a curva da seção de limpeza Barreiro apresentam comportamento semelhante;
- a curva da seção de limpeza Leste, a curva da seção de limpeza Venda Nova e a curva da seção de limpeza Sul apresentam comportamento semelhante.

Para estabelecer o comportamento médio da produção de lixo relativamente aos meses do ano, construímos um novo quadro com a produção média (de dois anos) mensal de cada região. A partir deste novo quadro traçamos um novo gráfico. O quadro e o gráfico elaborados são os seguintes:

Mês	Oeste	Leste	V. Nova	Sul	Centro	Norte	Barreiro	Média	s	cv
jan	5091,16	3854,42	3866,36	3385,48	3381,70	1704,50	1489,48	3253,30	1268,77	39,00
fev	4524,69	3703,49	3530,62	3231,84	2947,87	1545,52	1268,27	2964,61	1173,54	39,59
mar	4454,10	3479,14	3410,23	3324,63	2834,73	1552,38	1234,07	2898,47	1139,22	39,30
abr	4596,64	3585,38	3610,49	3406,23	2806,73	1611,52	1269,68	2983,81	1182,30	39,62
mai	4098,74	3534,88	3347,30	3403,70	2654,75	1429,54	1133,21	2800,30	1123,11	40,11
jun	4476,07	3193,63	3184,08	3023,34	2750,66	1568,01	1064,75	2751,50	1131,11	41,11
jul	4831,70	3573,20	3642,29	3272,68	2700,11	1604,62	1302,14	2989,53	1230,82	41,17
ago	4483,60	3541,88	3415,71	3348,24	2749,33	1618,87	1234,78	2913,20	1141,81	39,19
set	4601,40	3628,58	3493,98	3381,15	3306,95	1698,92	1277,20	3055,45	1160,64	37,99
out	5007,95	3952,81	3789,58	3563,25	3477,35	1876,12	1375,85	3291,84	1252,53	38,05
nov	5019,92	4092,12	3841,20	3589,00	3142,99	1916,78	1509,92	3301,70	1231,82	37,31
dez	5575,67	4392,42	4272,34	3997,94	3462,92	2108,27	1671,00	3640,08	1359,87	37,36
Média	4730,14	3710,99	3617,01	3410,62	3018,01	1686,25	1319,19	Média	s	cv
s	392,37	317,85	292,08	236,24	316,25	191,21	168,73	s		
cv	8,30	8,57	8,08	6,93	10,48	11,34	12,79	cv		

QUADRO 34 - Valores estatísticos dos dados de produção mensal média de lixo no Município de Belo Horizonte, de janeiro 1991 a dezembro 1992 (tons)

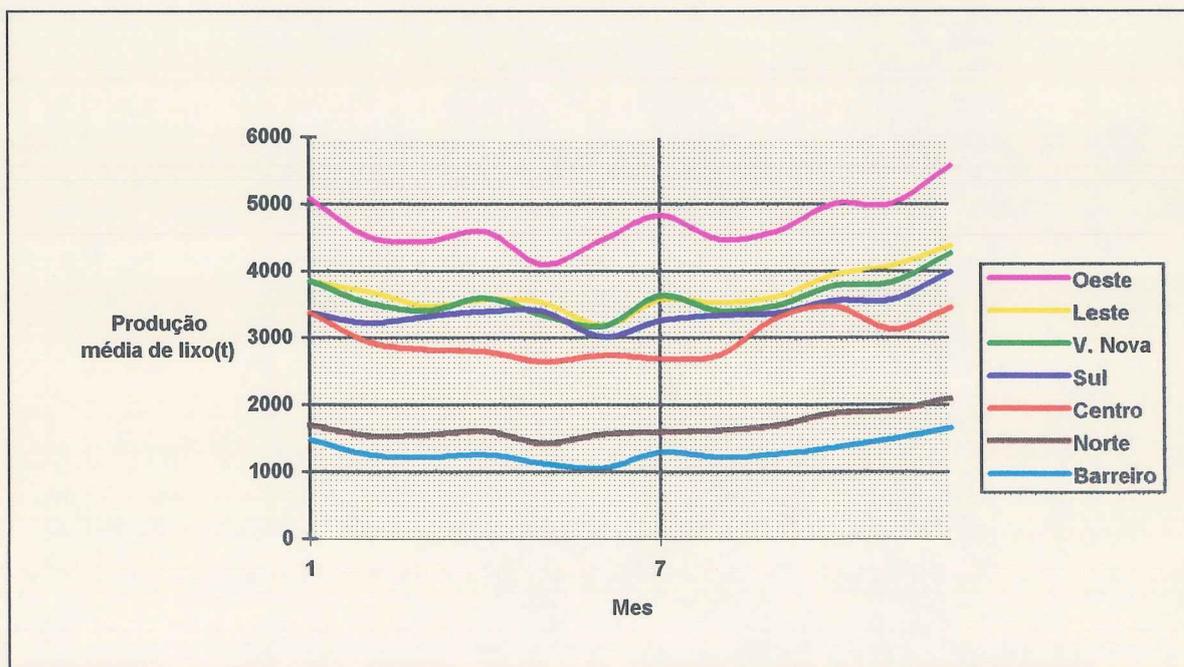


GRÁFICO 17 - Produção mensal média de lixo por Seção de Limpeza Pública no Município de Belo Horizonte, de janeiro de 1991 a dezembro 1992

Observando o quadro e o gráfico acima, percebemos que:

- a variabilidade da produção de lixo para valores médios mensais é inferior a aquela calculada para valores mensais;
- existem quatro faixas de curvas para o comportamento da produção de lixo;
- existem três níveis de produção de lixo, representadas pelos seguintes conjuntos de seções de limpeza pública:
- nível 1, de 1.000 a 2.500 toneladas mensais de lixo: Norte e Barreiro;

- nível 2, de 2.500 a 4.000 toneladas mensais de lixo: Leste, Venda Nova, Sul e Centro e
- nível 3, de 4.000 a 6.000 toneladas mensais de lixo: Oeste;
- todas as seções possuem variação da produção coincidente com a variação da temperatura ambiente;
- todas as seções de limpeza apresentam produção mensal média mínima de lixo no mês de maio ou no mês de junho;
- todas as seções de limpeza apresentam produção mensal média máxima de lixo no mês de dezembro, excetuando-se a seção de limpeza centro, com produção máxima no mês de outubro;
- a seção de limpeza Sul apresenta o menor coeficiente de variação dos valores de produção média mensal de lixo, igual a 6,93%;
- a seção de limpeza Barreiro apresenta o maior coeficiente de variação dos valores de produção média mensal de lixo, igual a 12,79%;
- ao longo dos meses a variabilidade da produção de lixo entre as diversas seções de limpeza mantém-se estável, entre os valores mínimo de 37,31%, no mês de novembro, e máximo de 41,17%, no mês de julho.

Relativamente à produção mensal média máxima da seção de limpeza Centro, que ocorre no mês de outubro, são necessários alguns comentários. Na realidade esta média elevada no mês de outubro deveu-se a um aumento exagerado da produção no mês de outubro de 1991, não tendo se repetido em 1992, contrário ao que se pode supor em uma análise inicial. No ano de 1992 o comportamento da curva de produção de lixo para a referida seção foi semelhante ao das curvas das outras seções de limpeza, inclusive com a média máxima bem caracterizada também em dezembro. Como este aumento exagerado também ocorreu no mês de setembro de 1991, pensamos inicialmente na ocorrência de eleições, que devido ao volume de impressos para propaganda eleitoral, talvez provocassem alteração significativa na produção de lixo. Mas não houve eleições naquele ano. Consultando os relatórios estatísticos da SLU, descobrimos que em setembro e outubro daquele ano, devido à aproximação do período chuvoso, a SLU realizou a Operação São Pedro, para limpeza de sarjetas, áreas vagas e para desobstrução diária de 600 bocas-de-lobo, no centro e periferia da cidade. Acreditamos que este material removido das bocas-de-lobo, constituído por sedimentos pesados ou lama com alto teor de umidade, tenha provocado a alteração do comportamento da curva. Esta hipótese relatada acima traduz a interferência do fator operacional na produção do lixo, por interferência do parâmetro "execução de campanhas específicas de limpeza". É interessante registrar a descoberta do parâmetro "realização de eleições", ao qual também acrescentaríamos os parâmetros "festas" e "feriados", como componentes do fator social, embora não tenha sido ele o responsável pelas alterações discutidas.

Até aqui temos assumido que a variação do peso de lixo coletado ao longo dos meses do ano, deveu-se diretamente a um aumento da produção de lixo. Apesar de este raciocínio ser o mais evidente, também podemos admitir, de forma igualmente aceitável, que esta variação de peso deve-se a uma variação de composição, de densidade ou do teor de umidade do lixo, principalmente se, pela consideração dos dados disponíveis, percebe-se a evidência de que os maiores valores de produção ocorrem nos meses da estação chuvosa. Para tentar obter uma percepção mais apurada desta nova possibilidade, fizemos uma análise do número de viagens de caminhões de coleta realizado por mês e por seção de limpeza, ao longo dos anos de 1991 e 1992. A partir dos relatórios de estatísticas da SLU,

no período de janeiro de 1991 a dezembro de 1992, levantamos os dados mencionados acima e calculamos as medidas estatísticas, conforme o quadro abaixo.

Mês	Oeste	Leste	V. Nova	Sul	Centro	Norte	Barreiro	Média	s	cv
jan	772,00	565,00	641,00	590,00	557,00	268,00	247,00	520,00	193,42	37,20
fev	694,00	526,00	578,00	514,00	489,00	255,00	233,00	469,86	168,16	35,79
mar	705,00	545,00	617,00	568,00	562,00	255,00	244,00	499,43	178,78	35,80
abr	734,00	572,00	685,00	609,00	587,00	265,00	274,00	532,29	188,25	35,37
mai	761,00	609,00	644,00	594,00	591,00	274,00	246,00	531,29	194,33	36,58
jun	869,00	556,00	572,00	519,00	566,00	315,00	161,00	508,29	222,81	43,84
jul	815,00	634,00	692,00	621,00	592,00	287,00	253,00	556,29	208,71	37,52
ago	836,00	709,00	718,00	647,00	612,00	299,00	264,00	583,57	218,12	37,38
set	793,00	605,00	670,00	634,00	615,00	292,00	271,00	554,29	196,65	35,48
out	897,00	688,00	722,00	648,00	671,00	331,00	289,00	606,57	218,69	36,05
nov	893,00	642,00	693,00	648,00	547,00	323,00	306,00	578,86	208,73	36,06
dez	959,00	693,00	754,00	726,00	579,00	353,00	307,00	624,43	231,03	37,00
jan	912,00	698,00	757,00	653,00	568,00	346,00	310,00	606,29	217,47	35,87
fev	861,00	604,00	700,00	648,00	516,00	328,00	275,00	561,71	206,90	36,83
mar	816,00	603,00	682,00	387,00	504,00	331,00	270,00	513,29	198,58	38,69
abr	821,00	611,00	631,00	572,00	492,00	304,00	258,00	527,00	195,64	37,12
mai	755,64	606,64	586,64	579,18	695,45	363,18	289,00	567,06	169,20	29,84
jun	869,00	578,00	632,00	585,00	476,00	326,00	261,00	532,43	203,10	38,15
jul	946,00	622,00	692,00	599,00	519,00	341,00	264,00	569,00	226,74	39,85
ago	856,00	614,00	606,00	576,00	506,00	356,00	260,00	539,14	193,39	35,87
set	895,00	592,00	613,00	563,00	508,00	340,00	248,00	537,00	208,49	38,83
out	868,00	607,00	636,00	577,00	543,00	362,00	254,00	549,57	198,12	36,05
nov	839,00	626,00	627,00	569,00	526,00	359,00	291,00	548,14	182,44	33,28
dez	880,00	641,00	696,00	602,00	562,00	392,00	324,00	585,29	186,49	31,86
Média	835,28	614,44	660,19	592,84	557,64	319,38	266,63	Média	s	cv
s	71,15	47,63	52,51	63,80	55,23	38,15	32,68	s		
cv	8,52	7,75	7,95	10,76	9,90	11,94	12,26	cv		

QUADRO 35 - Valores estatísticos dos dados de transporte mensal de lixo no Município de Belo Horizonte, de janeiro a dezembro 1992

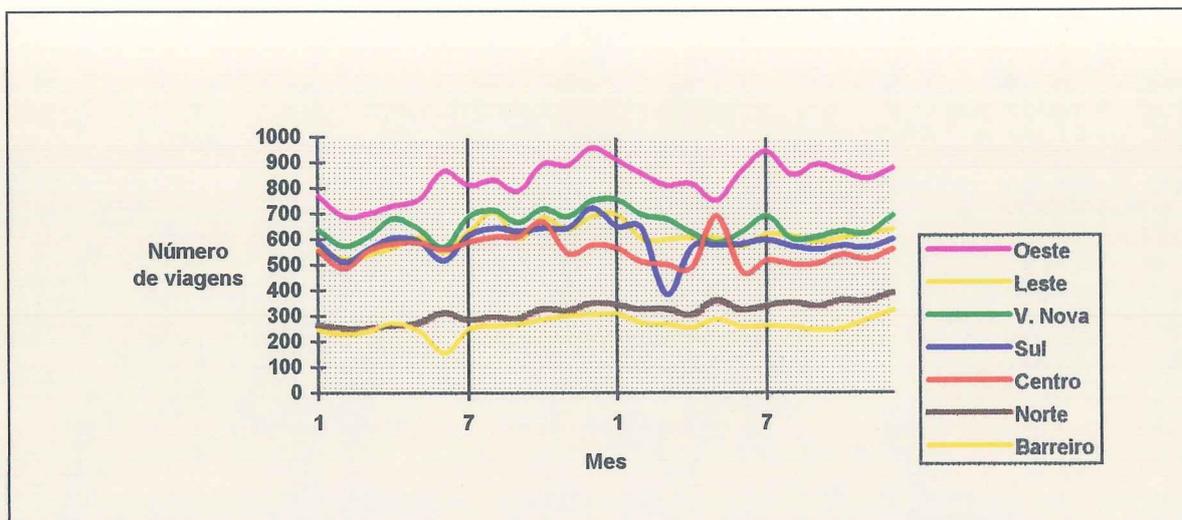


GRÁFICO 18 - Transporte mensal de lixo por Seção de Limpeza Pública no Município de Belo Horizonte, de janeiro 1991 a dezembro 1992

Como feito com os dados de peso produzido de lixo por mês e por seção de limpeza, a partir do quadro e do gráfico de comportamento mensais de quantidades de viagens, elaboramos o quadro e traçamos as curvas de comportamento médio da quantidade de viagens, para cada mês do ano, ambos apresentados a seguir.

Mês	Oeste	Leste	V. Nova	Sul	Centro	Norte	Barreiro	Média	s	cv
jan	842,00	631,50	699,00	621,50	562,50	307,00	278,50	563,14	204,50	36,31
fev	777,50	565,00	639,00	581,00	502,50	291,50	254,00	515,79	186,80	36,22
mar	760,50	574,00	649,50	477,50	533,00	293,00	257,00	506,36	182,07	35,96
abr	777,50	591,50	658,00	590,50	539,50	284,50	266,00	529,64	189,36	35,75
mai	758,32	607,82	615,32	586,59	643,23	318,59	267,50	542,48	179,81	33,15
jun	869,00	567,00	602,00	552,00	521,00	320,50	211,00	520,36	210,97	40,54
jul	880,50	628,00	692,00	610,00	555,50	314,00	258,50	562,64	215,51	38,30
ago	846,00	661,50	662,00	611,50	559,00	327,50	262,00	561,36	203,31	36,22
set	844,00	598,50	641,50	598,50	561,50	316,00	259,50	545,64	199,44	36,55
out	882,50	647,50	679,00	612,50	607,00	346,50	271,50	578,07	207,09	35,82
nov	866,00	634,00	660,00	608,50	536,50	341,00	298,50	563,50	195,05	34,61
dez	919,50	667,00	725,00	664,00	570,50	372,50	315,50	604,86	208,04	34,40
Média	835,28	614,44	660,19	592,84	557,64	319,38	266,63	Média	s	cv
s	53,83	35,78	34,89	45,07	37,82	25,18	25,33	s		
cv	6,44	5,82	5,29	7,60	6,78	7,88	9,50	cv		

QUADRO 36 - Valores estatísticos dos dados de transporte mensal médio de lixo no Município de Belo Horizonte, de janeiro a dezembro 1992

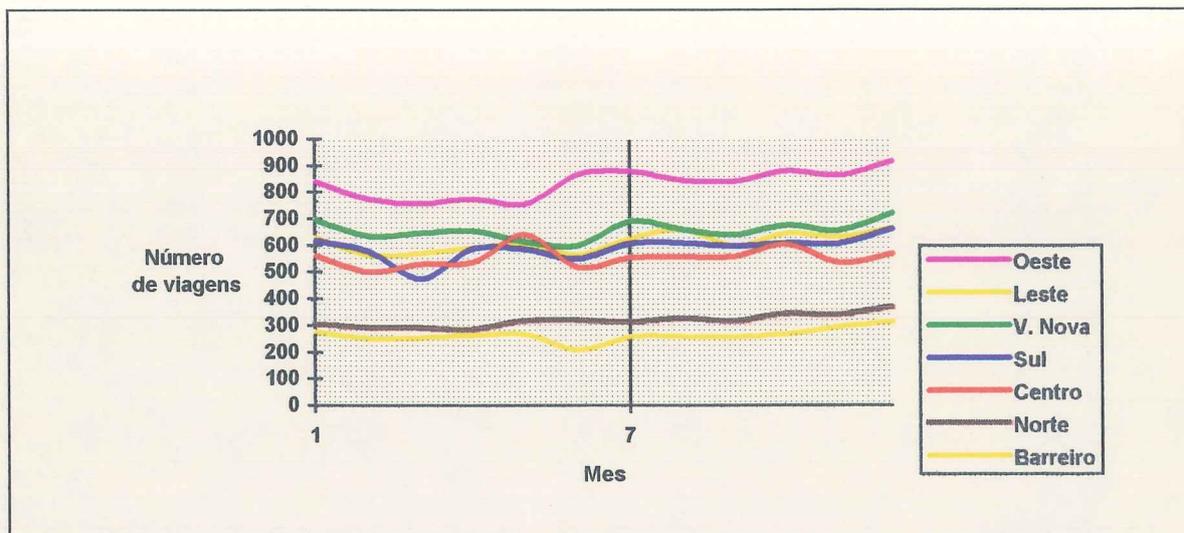


GRÁFICO 19 - Transporte mensal médio de lixo por Seção de Limpeza Pública no Município de Belo Horizonte, de janeiro 1991 a dezembro 1992

A observação destes quadros e destes gráficos revela que, excetuando-se a seção de limpeza Sul, todas as seções de limpeza apresentam coeficiente de variação do número de viagens inferior ao coeficiente de variação do peso de lixo produzido. Se consideramos que o fator operacional não se modifica ao longo do ano, mantendo-se constante a forma de coletar o lixo, a proporção dos tipos de caminhão constituintes da frota de veículos coletores e as taxas de compactação praticadas pelos caminhões compactadores, é possível supor que parte da variação apresentada no peso de lixo produzido, ao longo do período analisado, deve-se não a uma variação da quantidade, mas sim a uma variação do peso específico do lixo gerado. Esta variação do peso específico pode dever-se a uma alteração da composição percentual gravimétrica, a uma variação do teor de umidade do lixo coletado, em virtude das chuvas ou da sua ausência, ou à combinação destes e de outros fatores.

3.7 A PRODUÇÃO DE LIXO E O CONSUMO DE ÁGUA EM BELO HORIZONTE

A fim de pesquisar se havia alguma relação entre a produção de lixo e o consumo de água em Belo Horizonte, procuramos a Companhia de Saneamento de Minas Gerais-COPASA-MG, buscando dados que nos permitissem alcançar o objetivo. Encaminhados à DVAM-Divisão de Abastecimento da Metropolitana, e em contato com os Engenheiros Paulo Roberto Cherem Souza e Maurício Paulo Pereira, apresentamos nossa demanda e fomos informados de que:

- a distribuição de água na Região Metropolitana de Belo Horizonte-RMBH é feita segundo 32 zonas de abastecimento(ZAs);
- as ZAs não se restringem geograficamente aos limites políticos e geográficos definidores dos diferentes municípios;
- dentro de Belo Horizonte, a forma e a localização das ZAs não segue a divisão geográfica definida pela Prefeitura de Belo Horizonte-PBH para administração do município.

A partir destas definições iniciais ficou claro que não conseguiríamos dados semelhantes aos obtidos para a produção de lixo. Ainda assim, por sugestão dos engenheiros da COPASA, levantamos os dados de distribuição de água de algumas ZAs que, segundo eles, representariam satisfatoriamente o consumo de água de determinadas seções de limpeza pública. Os dados levantados, já calculadas médias e variabilidade são os seguintes:

SLP	V. Nova	Leste	Centro	Oeste	Sul	Média	s	cv
ZA	12	15	16	17	18			
jan	1403,10	680,70	530,40	733,70	663,50	802,28	344,11	42,89
fev	1482,30	706,80	467,00	795,70	763,70	843,10	379,85	45,05
mar	1497,90	703,60	477,30	793,70	788,40	852,18	383,10	44,95
abr	1474,00	626,20	462,30	792,80	757,30	822,52	386,61	47,00
mai	1458,80	649,20	512,60	786,60	788,90	839,22	364,68	43,45
jun	1478,40	637,70	460,00	619,30	672,40	773,56	402,37	52,02
jul	1480,30	645,20	398,30	635,80	753,10	782,54	411,03	52,52
ago	1507,70	657,30	350,50	698,30	721,10	786,98	429,82	54,62
set	1470,90	619,60	481,30	767,20	696,90	807,18	385,90	47,81
out	1475,80	566,40	413,10	867,60	701,00	804,78	410,86	51,05
nov	1487,60	595,90	461,80	795,10	702,70	808,62	399,36	49,39
dez	1464,60	614,60	478,60	781,10	697,30	807,24	384,06	47,58
Média	1473,45	641,93	457,77	755,58	725,53	Média	s	cv
s	25,89	41,72	49,37	71,98	43,30	s		
cv	1,76	6,50	10,79	9,53	5,97	cv		

Fonte: Companhia de Saneamento de Minas Gerais-COPASA-MG.

QUADRO 37 - Valores estatísticos dos dados de consumo mensal de água no Município de Belo Horizonte, de janeiro a dezembro 1992 (l/s)

Da observação do quadro 37 percebemos que:

- a variabilidade do consumo de água calculada entre ZAs diferentes é pouco superior à variabilidade da produção de lixo calculada entre seções de limpeza distintas;
- a variabilidade do consumo de água é inferior à variabilidade da produção de lixo, se calculadas ao longo dos meses do ano;
- os meses de consumo médio mínimo são os meses de junho e julho, nesta ordem;
- o mês de consumo médio máximo é o mês de março.

A fim de compararmos o comportamento da produção de lixo e o comportamento do consumo de água, elaboramos o GRAF. 20.

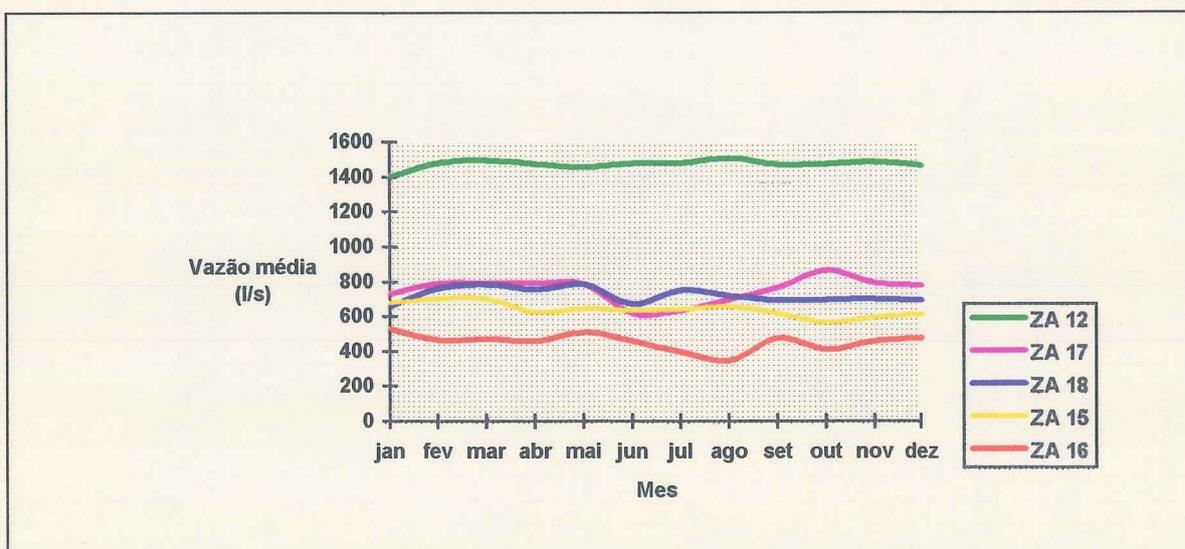


GRÁFICO 20 - Consumo mensal de água no Município de Belo Horizonte, de janeiro 1991 a dezembro 1992

O gráfico acima não mantém com o gráfico de produção de lixo (GRAF. 16) as mesmas relações encontradas entre o equivalente par de gráficos (GRAF. 2 e 3), traçados para os dados do "campus" da PUC-MG. O consumo de água confirma a menor variabilidade já indicada. A existência de uma relação evidente entre consumo de água e produção de lixo, para o "campus" universitário, e a inexistência da mesma relação, para o município, deve-se a:

- especificidade do "campus" universitário e diversidade do município;
- homogeneidade da comunidade que frequenta o "campus" universitário" e variedade das comunidades regionais;

- tamanho do “campus” universitário e tamanho das unidades amostrais adotadas na caracterização do resíduo do município;
- equivalência das áreas de produção de lixo e de consumo de água, no caso do “campus” universitário e não equivalência, no caso do município.

Embora não exista para o município, uma relação tão evidente quanto aquela encontrada entre a produção de lixo e o consumo de água no “campus” universitário, pelo menos parcialmente existe alguma semelhança na sazonalidade das duas variáveis, uma vez que ambas apresentam seus mínimos em torno do mês de junho.

Esta menor variabilidade dos valores de consumo de água ao longo do ano, relativamente aos valores de produção de lixo, pode dever-se ao fato de que a qualidade da água consumida mantém-se constante ao longo do ano, diferentemente do lixo produzido, cujas características ao longo do ano parecem mudar, provocando alterações nos volumes produzidos.

Por outro lado, se consideramos a variabilidade do consumo de água entre ZAs diferentes, observamos que é maior do que a variabilidade da produção de resíduos sólidos entre seções de limpeza pública diversas. Podemos então dizer que as características de produção do lixo são menos afetadas pelo fator geográfico (no caso o parâmetro “localização geográfica”) e urbano (no caso os fatores “funções urbanas” e “densidade demográfica”, p. ex.) do que as características de consumo de água, se aceitamos que também esta variável é alterada pelos seis fatores que alteram a qualidade e a quantidade do lixo produzido.

3.8 A DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE ALGUNS PARÂMETROS

Ainda buscando outras possibilidades para a análise do problema da produção do lixo, construímos alguns mapas de Belo Horizonte, dividida em seções de limpeza pública. Para os mapas desenhados a partir dos dados da pesquisa, adotamos uma distribuição dos valores dos parâmetros por classes, de acordo com a fórmula de Sturges, apresentada por SOARES (1991, p. 6), a qual propõe o cálculo de um número k de classes, conforme descrito abaixo

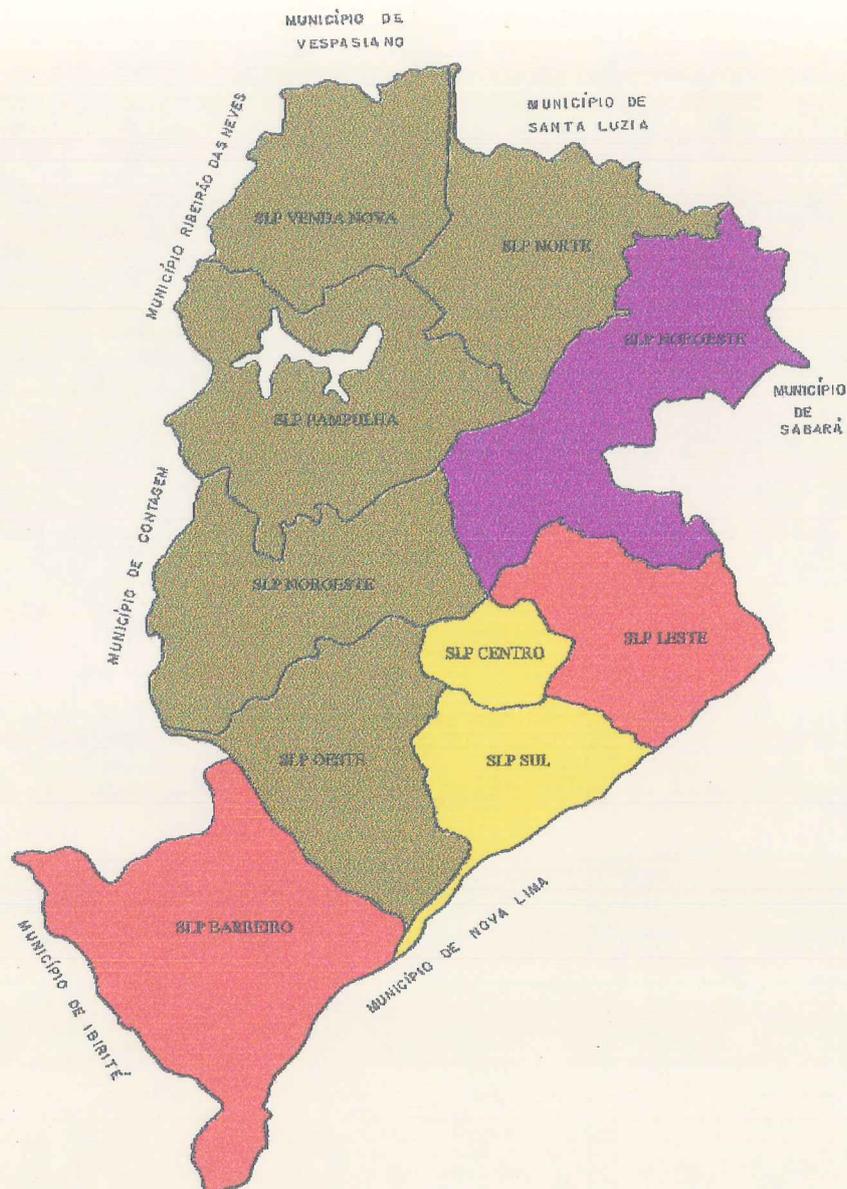
$$k = 1 + (\log N / \log 2),$$

com N igual ao número de observações da amostra. O mesmo autor, ao apresentar a fórmula acima, observa que o número de classes não deve ser inferior a 5, valor que nós adotamos, uma vez que o cálculo de k nos conduziu a 4,17 classes, inferior ao mínimo proposto. Os parâmetros mapeados foram o peso específico (FIG. 4), o "per capita" (FIG. 5), a taxa de ocupação (FIG. 6), a produção mensal média de lixo (FIG. 7), o "per capita" de papel (FIG. 8) e o "per capita" de matéria orgânica putrescível (FIG. 10).

A fim de examinar estes mapas à luz de novas informações, obtivemos junto ao Processamento de Dados do Município de Belo Horizonte-PRODABEL, um mapa de arrecadação de IPTU (Imposto Territorial e Urbano), relativo a janeiro de 1992 e um mapa de densidade habitacional, baseado no censo de 1991. A opção por estes mapas deveu-se ao fato de não termos encontrado mapeados parâmetros que melhor explicitassem nossa percepção do problema. O mapa do IPTU nos pareceu uma boa representação do fator econômico, enquanto o mapa de densidade populacional, pareceu-nos muito associado ao fator operacional. Quando comparamos os mapas desenhados com os dados referentes ao lixo e os mapas de densidade habitacional e de arrecadação de IPTU (respectivamente FIG. 11 e 12), percebemos que:

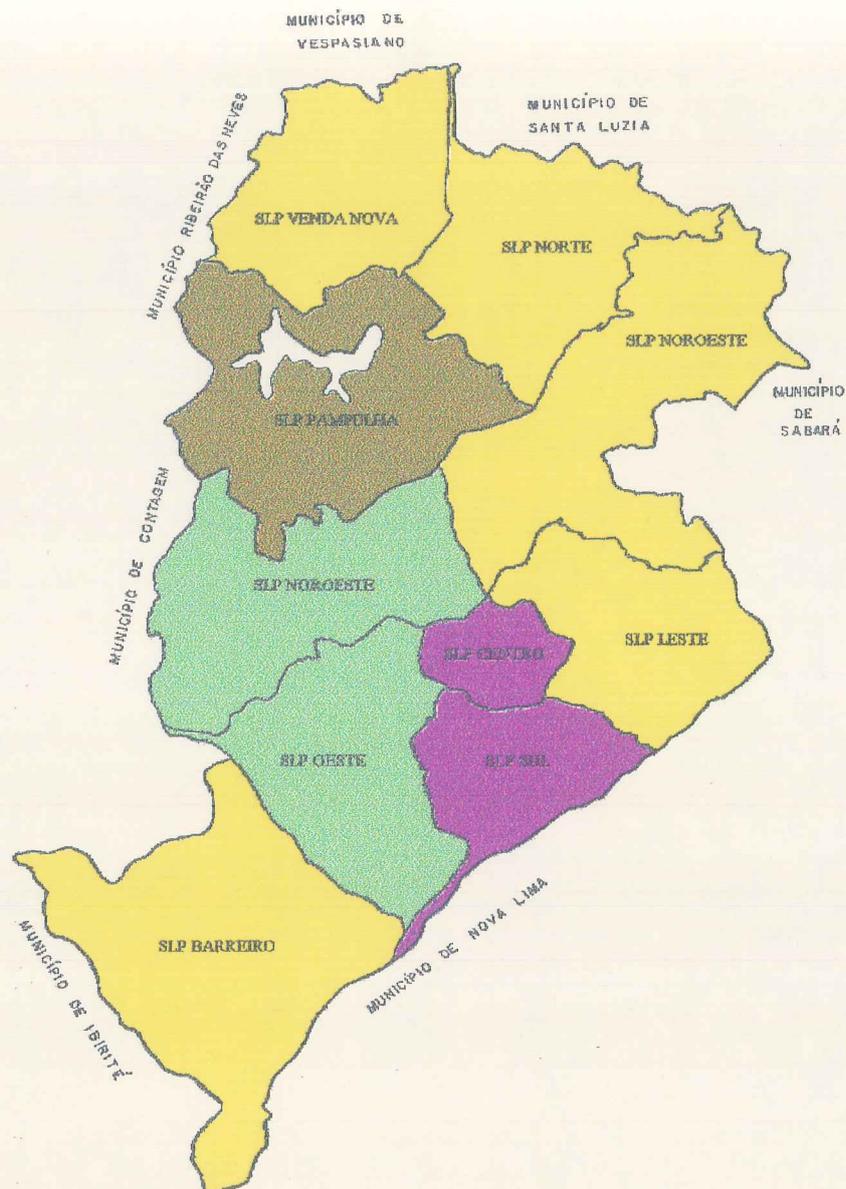
- não é possível justificar as distribuições encontradas nos primeiros, a partir das formas observadas nestes dois últimos;
- os mapas com os dados do lixo apresentam manchas ou áreas muito grandes para os eventos, porque foram feitos sobre a divisão administrativa adotada pela SLU;
- os mapas da PRODABEL, tendo utilizado a divisão do município em bairros ou setores censitários, ainda que apresentando os parâmetros segundo um número menor de classes, explicitam melhor a sua distribuição sobre a cidade.

Podemos concluir que, a caracterização do resíduo sólido a partir de uma amostragem baseada em unidades geográficas menores, conduzirá a um melhor conhecimento da sua distribuição, além de tornar eficientes análises de mapas como os da PRODABEL, quando quisermos perceber de forma geral, a interferência de algum parâmetro na definição da qualidade e da quantidade do lixo gerado.



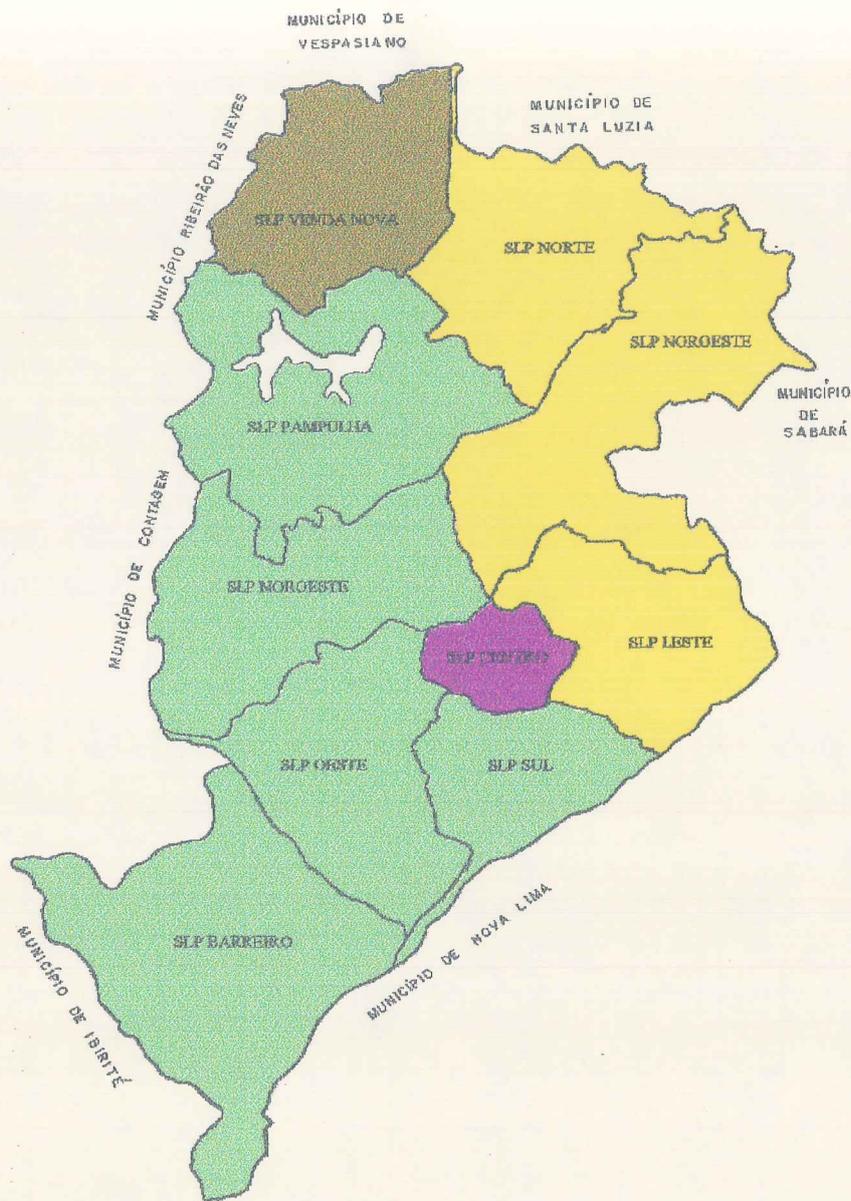
	157.31	a	165.57
	165.57	a	173.83
	173.83	a	182.10
	182.10	a	190.36
	190.36	a	198.62

FIGURA 4 - Distribuição geográfica do peso específico do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de 1991 (kg/m^3)



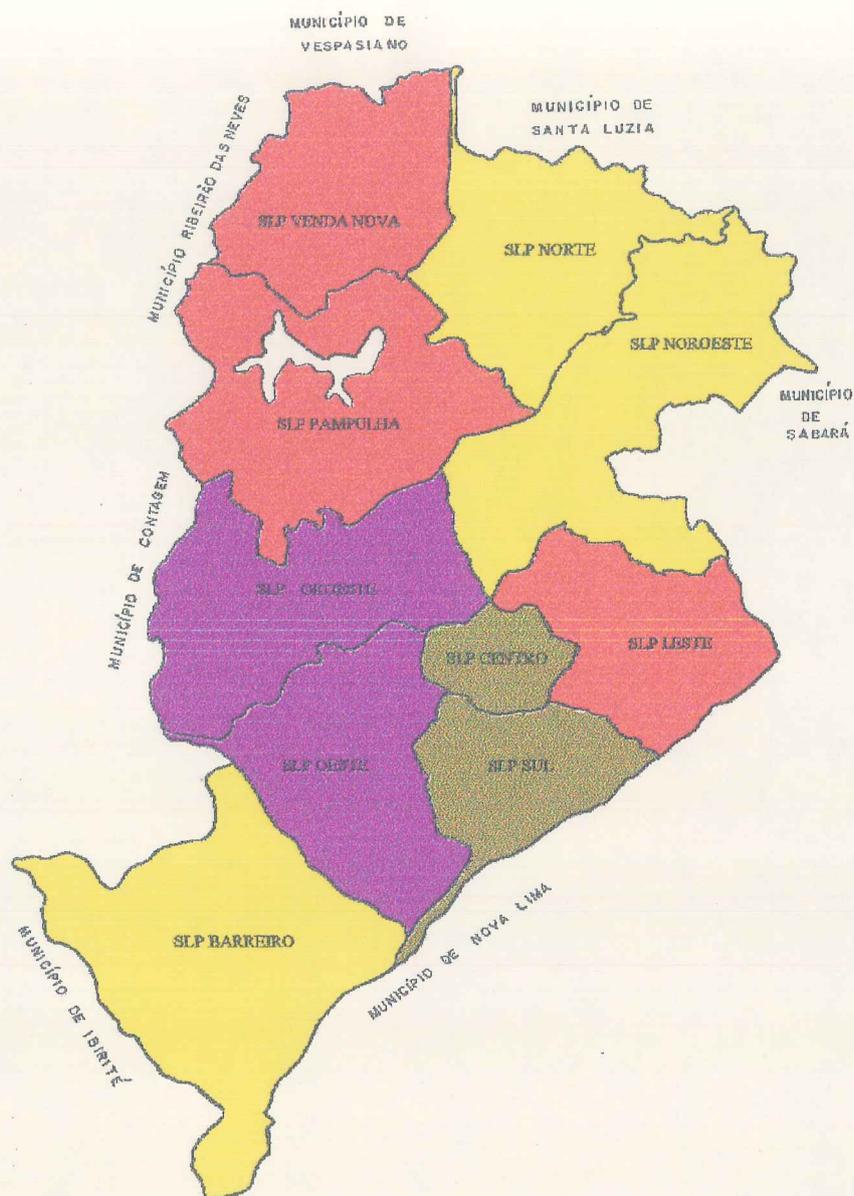
	0.400	a	0.511
	0.511	a	0.622
	0.622	a	0.733
	0.733	a	0.844
	0.844	a	0.955

FIGURA 5 - Distribuição geográfica dos valores de "per capita" do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de 1991 (kg/hab)



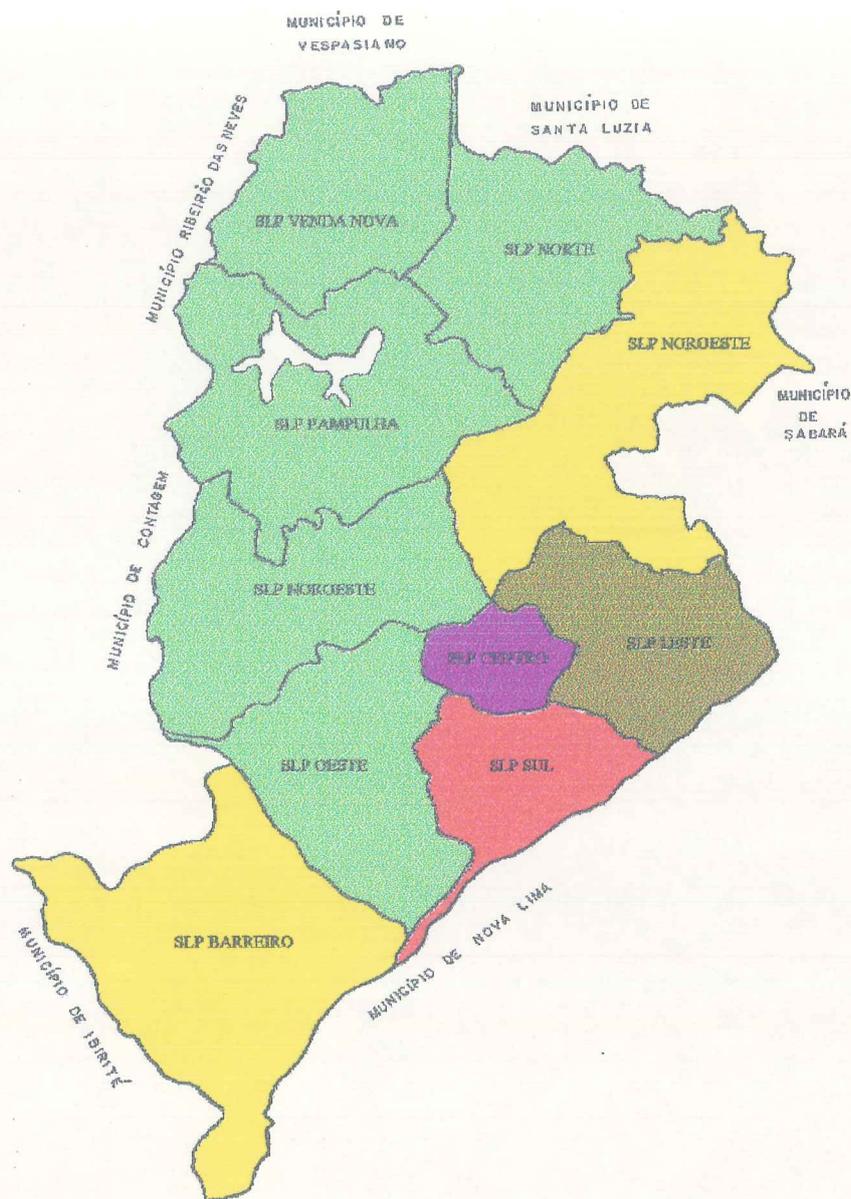
	4.33	a	4.93
	4.93	a	5.53
	5.53	a	6.13
	6.13	a	6.73
	6.73	a	7.33

FIGURA 6 - Distribuição geográfica da taxa de ocupação do Município de Belo Horizonte na amostragem de 1991 (hab/residência)



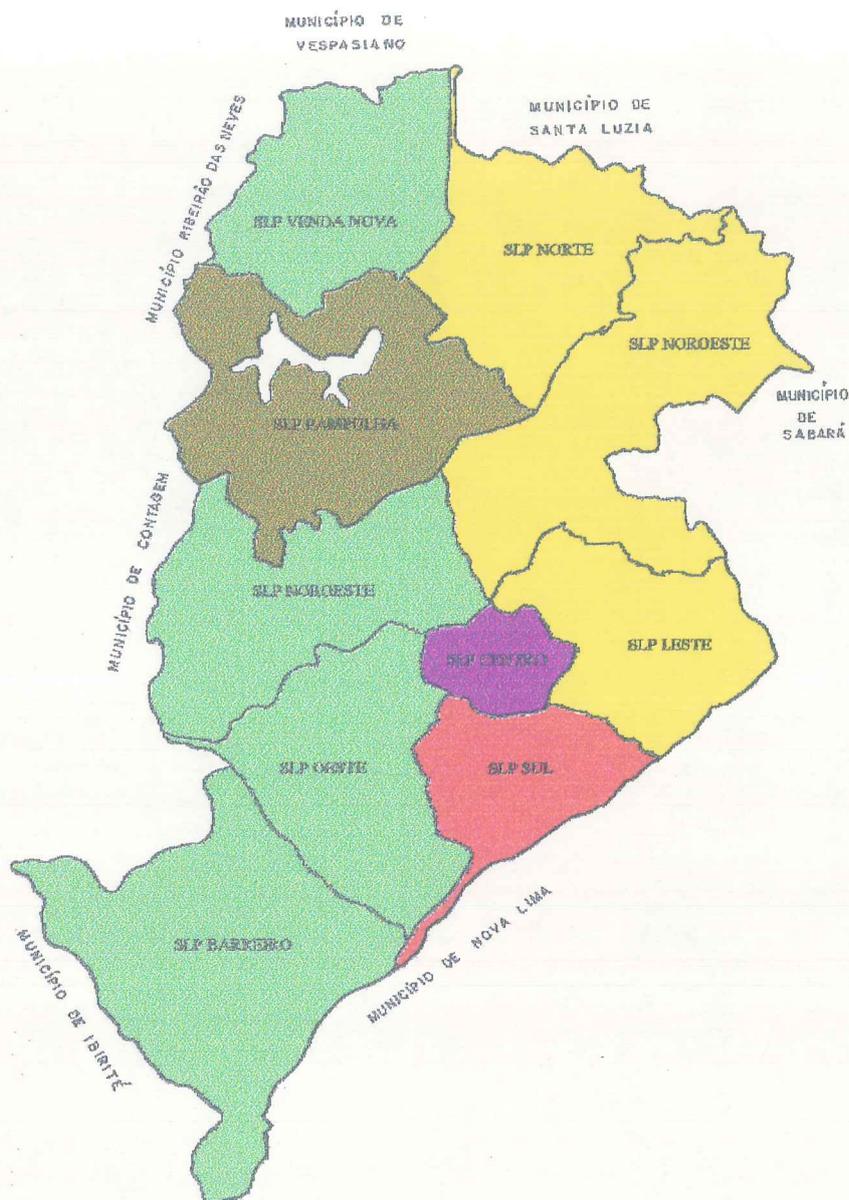
	1319.19	a	2001.38
	2001.38	a	2683.57
	2683.57	a	3365.76
	3365.76	a	4047.95
	4047.95	a	4730.14

FIGURA 7 - Distribuição geográfica dos valores de produção média de lixo do Município de Belo Horizonte, nos anos de 1991 e 1992 (t/mês)



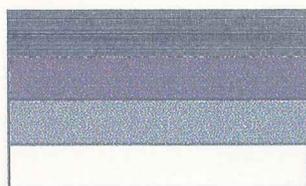
	29.75	a	46.53
	46.53	a	63.31
	63.31	a	80.09
	80.09	a	98.87
	98.87	a	113.65

FIGURA 8 - Distribuição geográfica dos valores de “per capita” de papel do lixo do Município de Belo Horizonte, na amostragem de 1991 (g/hab)



	214.00	a	301.08
	301.08	a	388.16
	388.16	a	475.24
	475.24	a	562.32
	562.32	a	649.40

FIGURA 9 - Distribuição geográfica dos valores de "per capita" de matéria orgânica putrescível do Município de Belo Horizonte, na amostragem de 1991 (g/hab)



40

ou mais

30

a

40

10

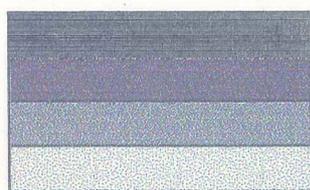
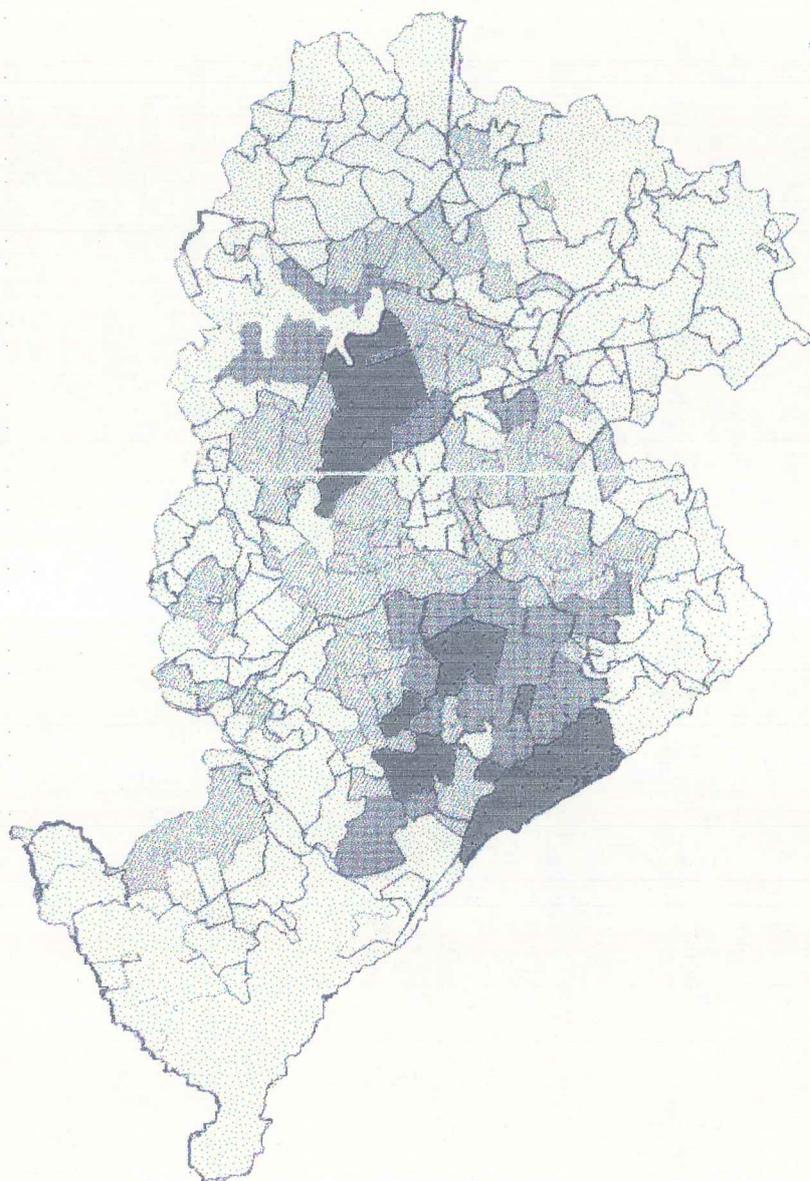
a

30

até

10

FIGURA 10 - Distribuição geográfica da densidade habitacional do Município de Belo Horizonte, pelo censo de 1991 (residências / ha)



80	ou mais
50	a
20	a
até	20

80
50

FIGURA 11 - Distribuição geográfica da arrecadação de IPTU no Município de Belo Horizonte, em janeiro de 1992 (US\$ /contribuinte)

4. CONCLUSÕES

Podemos confirmar que, como exposto pelos autores consultados, para a realização de qualquer intervenção em um sistema de produção de resíduos sólidos, é necessário conhecer as características do resíduo sólido com o qual se pretenda ou se vá trabalhar. Este conhecimento traduz-se no levantamento de informações como:

- produção total de lixo da comunidade ou da área analisada, expressa em peso e volume de lixo produzido por dia, por semana ou por mês;
- peso específico do lixo, considerado como sendo a relação entre o peso e o volume de determinada amostra de lixo;
- produção "per capita", expressa como a relação entre o peso ou o volume totais de lixo, em um determinado período de tempo, e o tamanho da população que o gerou; esta relação apresentará a contribuição de lixo para cada habitante, sendo normalmente no Brasil calculada e expressa para o período de um dia;
- composição percentual gravimétrica, obtida pela triagem, separação e catação de todos os componentes do lixo, com pesagem da massa total de cada componente em separado, e posterior transformação destas massas em percentuais da massa total do lixo ou da amostra de lixo analisada.

Além destas informações diretamente associadas ao resíduo sólido, outras informações auxiliam o seu conhecimento, reforçando a sua caracterização:

- tipo de equipamentos utilizados para a coleta do lixo, que podem conceder, ao resíduo disposto, características diferentes daquelas do resíduo coletado, como por exemplo os caminhões compactadores, que alteram o peso específico do resíduo, dificultando a comercialização da reciclagem;
- tempo entre coletas sucessivas ou periodicidade de coleta, que conforme seja maior ou menor, conduzirá a alterações do peso específico, por alteração do teor de umidade, ou do estágio de decomposição da fração orgânica do resíduo ou mesmo pela possibilidade da ação de catadores;
- características da comunidade ou da região na qual o resíduo se origina.

As conclusões que julgamos mais importantes e que apresentamos a seguir, referem-se ao levantamento de dados e informações, aos parâmetros intervenientes na qualidade e na quantidade do lixo produzido, às classificações de resíduos e ao estudo realizado no "campus" da PUC-MG.

Foi possível compilar séries históricas de dados de produção de lixo, mas não foi possível compilar séries históricas de dados de qualidade de lixo, o que pode retratar, tanto no Município quanto no "campus" da PUC-MG, uma maior preocupação com o afastamento do lixo do que com as suas possibilidades de destino ou de aproveitamento,

existindo pouco ou nenhum gerenciamento de resíduos sólidos, conforme o definem os autores consultados.

As divisões administrativas e operacionais relativas à limpeza pública, parecem não refletir todos os fatores intervenientes nas características do lixo, como por exemplo o fator social, apresentando grande flexibilidade, conforme pudemos perceber nas entrevistas para levantamento de dados junto à SLU, adaptando-se às necessidades impostas por parâmetros do fator urbano, como por exemplo a densidade demográfica. Esta flexibilidade constitui um aspecto positivo do gerenciamento, devendo, sempre que necessário e possível, ser mantida.

Ainda que pese a grande especificidade do "campus" universitário, possuidor de administração própria, limites geográficos materializados e imutáveis e uma população sob diversos aspectos extremamente homogênea, o levantamento de seus dados mostrou-se mais fácil do que o levantamento dos dados do município que, estando sob ação de diferentes instituições (PBH, SLU, COPASA), apresenta-se geograficamente dividido de formas também diferenciadas, o que dificulta o relacionamento entre as informações destes órgãos. A adoção de divisões geográficas menores, de localização, limites e tamanho definidos não pelas já existentes divisões administrativas, mas sim pelas diferentes combinações dos fatores intervenientes na qualidade e na quantidade do resíduo sólido gerado, aumentará a precisão dos dados levantados.

Os parâmetros intervenientes na qualidade e na quantidade do lixo produzido em uma cidade, são em última análise os mesmos parâmetros que diagnosticam o seu meio ambiente. Para o gerenciamento dos resíduos sólidos estes parâmetros podem ser divididos em seis grupos, que chamamos fator econômico, fator geográfico, fator histórico, fator operacional, fator social e fator urbano. Para a cidade de Belo Horizonte, e possivelmente para quaisquer outras cidades, o fator geográfico e o fator histórico são condições de contorno, atuando uniformemente em toda a cidade. Os dois fatores que mais intervêm na qualidade e na quantidade do resíduo produzido são o fator social e o fator econômico, por serem, dentre os seis fatores identificados, os que mais diretamente relacionam o lixo analisado à população que o gerou. Se lembrarmos que o fator econômico é um fator não projetável, evidencia-se a importância de se incorporar parâmetros do fator social ao fator operacional, porque só com intervenções no fator social da comunidade é que poderemos gerenciar a produção de resíduos, origem de toda a necessidade de coleta, afastamento e tratamento. Esta incorporação do fator social ao fator operacional explicita-se pela existência de uma preocupação, da parte do órgão responsável pelo gerenciamento de resíduos sólidos, com a representatividade social e a organização política da comunidade para todo o processo de produção e destinação do lixo. Há que se manter atividades e canalizar investimentos para o desenvolvimento da percepção ambiental e do nível educacional da comunidade, permitindo a mudança de atitudes e hábitos com relação ao lixo.

O item que caracteriza o resíduo do "campus" universitário, por ser sua parcela dominante, é o papel (58,74%) e o item que caracteriza o resíduo doméstico de Belo Horizonte, por ser sua parcela dominante, é a matéria orgânica putrescível (64,71%). Qualquer classificação a partir de composições construídas com os itens que geraram estas distribuições, refletirá esta dominância, porque a distribuição percentual gravimétrica para as classes ou parcelas componentes de uma classificação de resíduos sólidos, tende a concentrar-se em torno da classe que contiver o item dominante.

As classificações apresentadas pelos diversos autores consultados explicitam uma preocupação com a origem do lixo ou com o seu destino, referindo-se aos componentes de cada classe através da sua qualidade, do seu local de origem, da atividade que o produz ou através do item propriamente dito. Analisando a evolução histórica das classificações, percebemos uma substituição das classificações de origem pelas classificações de destino, com aumento das referências aos itens e às qualidades de cada classe, em detrimento das referências à atividade e à origem dos componentes das classes. Tais tendências retratam a preocupação dos pesquisadores em analisar e caracterizar os resíduos sólidos de forma que seja possível, a partir de tais caracterizações, influir na qualidade e na quantidade do lixo produzido, além de definir soluções adequadas de tratamento.

Existe um potencial acadêmico no gerenciamento de resíduos sólidos, que deve ser aproveitado, principalmente no “campus” da PUC-MG, se consideramos:

- a composição de seu resíduo sólido;
- a possibilidade de solução, a partir do desenvolvimento da pesquisa em gerenciamento de resíduos sólidos, tanto de problemas de áreas de ocupação antrópica desordenada quanto de áreas urbanizadas e indústrias;
- a possibilidade de ação conjunta de diversas escolas, por se tratar de assunto que transcende os limites da engenharia sanitária, envolvendo inúmeras questões da área social, além de aspectos relativos às ciências biológicas, entre outras;
- a possibilidade de ação conjunta com o órgão de limpeza pública do município, motivada pela existência de interesses comuns;
- a possibilidade de atendimento a demandas regionais e de municípios do interior do estado ou comunidades de baixa renda;
- a possibilidade de se manter um banco de dados com informações referentes à produção de lixo, produção de entulho, consumo de água, dentre outras, que subsidiarão futuras pesquisas e a própria administração do “campus”, mostrando o comportamento da produção de lixo ao longo do tempo.

5. RECOMENDAÇÕES

Entendendo que o principal objetivo dos estudos de caracterização de lixo é a busca de soluções para a questão ambiental dos resíduos sólidos, propomos diretrizes para estes estudos. Em primeiro lugar é necessário não se perder de vista a possibilidade da variação das características do lixo de uma mesma cidade, ao longo do tempo, principalmente ao longo de um ano, quando temos uma variação climática mais ou menos acentuada, que poderá conduzir a uma maior ou menor sazonalidade do processo produtivo de lixo. Além disso, as campanhas de amostragem, sempre com duração de oito dias, para cobertura de toda uma semana, deverão ocorrer em dias que não sejam feriados, dias santos ou outras datas festivas e comemorativas, nem tampouco durante ou na proximidade de períodos de eleição ou campanhas específicas de limpeza, que alterem o comportamento da comunidade, modificando as características de seu lixo. A fim de se montar uma série histórica de dados de produção e de características do lixo, é conveniente realizar campanhas de amostragem periódicas e constantes, pelo menos uma no mês de menor produção de lixo e uma no mês de maior produção de lixo, mantendo-se sempre que possível, para fins de comparação, as datas, ou pelo menos as épocas, e os pontos de amostragem já utilizados.

Após a consideração das questões relativas ao número e à frequência das campanhas de amostragem, é necessário escolher os pontos de amostragem. Para isso, considerada uma determinada cidade, devemos buscar um conjunto de pontos que retrate, pelas suas localizações, os diversos tipos de comunidades presentes no tecido urbano, considerados aqui principalmente os parâmetros dos fatores social, operacional, urbano e econômico. Com isso buscamos regionalizar a cidade a partir das situações definidoras de quantidade e de qualidade de resíduos, para explicitar a partir daí as características dos resíduos existentes, sempre associando-as à comunidade e à região que os produzem. Portanto não basta caracterizar o lixo; é necessário caracterizar também a sua origem, a fim de que se possa apontar soluções adequadas tanto às restrições impostas pelo meio ambiente, quanto às possibilidades de participação da comunidade produtora e à sua disponibilidade de recursos administrativos (equipamentos, área e mão-de-obra). Este trabalho possibilitará a adoção de tratamentos diferenciados à questão da limpeza pública, os quais deverão levar em conta as possibilidades dos tratamentos existentes.

Para a escolha da localização dos pontos de amostragem, considerando pelo menos a influência dos fatores econômico, operacional, social e urbano, devemos definir e levantar antecipadamente o melhor conjunto de parâmetros deste grupo de fatores, capaz de identificar diferentes comunidades ou diferentes situações de produção de lixo.

Há que se conhecer as bases de dados existentes e, dentre estas, as que se encontram disponíveis, prevendo a necessidade de levantamentos de dados de fontes primárias, através de pesquisa de campo, quando não existirem fontes secundárias satisfatórias. A análise de todos os parâmetros compilados deverá ser preferencialmente realizada por equipes multidisciplinares, das quais façam parte profissionais que, por formação, dominem algum dos fatores mencionados.

Outra consideração importante diz respeito à escolha do processo de amostragem a se adotar. Deve-se preferir a amostragem o mais próxima do local e do instante da

produção e, se possível, realizar também a amostragem do lixo coletado e do lixo entregue no destino final. A busca da amostragem mais próxima da origem justifica-se porque é este o processo que permite maior controle do fluxo de resíduos, uma vez que ocorre no instante de menor perda de lixo por ação de catadores ou funcionários da coleta. A realização dos três processos de amostragem deve ser realizada, porque permite estabelecer relações entre as características do lixo nas várias fases de seu processamento, o que terá grande utilidade quando, conhecendo suas características em uma fase, quisermos inferir sobre o seu comportamento em outro ponto do fluxo de produção.

Relativamente à análise do lixo para posterior caracterização, devemos levantar a sua composição percentual gravimétrica, fazendo-o tão detalhadamente quanto possível, indicando as suas parcelas constituintes pelos itens encontrados. A composição percentual assim obtida permitirá o arranjo dos itens em diversas classificações, possibilitando a caracterização do resíduo sólido sob diversos enfoques, desde que haja algum interesse neste sentido. Acreditamos que a participação da comunidade no esforço de caracterização de seu próprio lixo, conduzirá a uma agilização do processo de conquista da representatividade social. Havendo vontade da comunidade, este trabalho deverá ser realizado o mais próximo possível da origem, a fim de se facultar à comunidade a opção por graus crescentes de autonomia no gerenciamento dos seus resíduos sólidos.

Para a realização da caracterização pela comunidade ou mesmo pelo órgão de limpeza pública do município, alertamos para a necessidade de uma área pavimentada e preferencialmente coberta, total ou parcialmente. Para comunidades suficientemente grandes e interessadas em manter o processo de caracterização, evoluindo para o gerenciamento comunitário da produção de resíduos, que visem a coleta seletiva, a reciclagem ou a produção de composto orgânico, sugerimos a construção de pequenas edificações, semelhantes às apresentadas por FONSECA (1991, p.145) ou por AISSE (1987, p. 64).

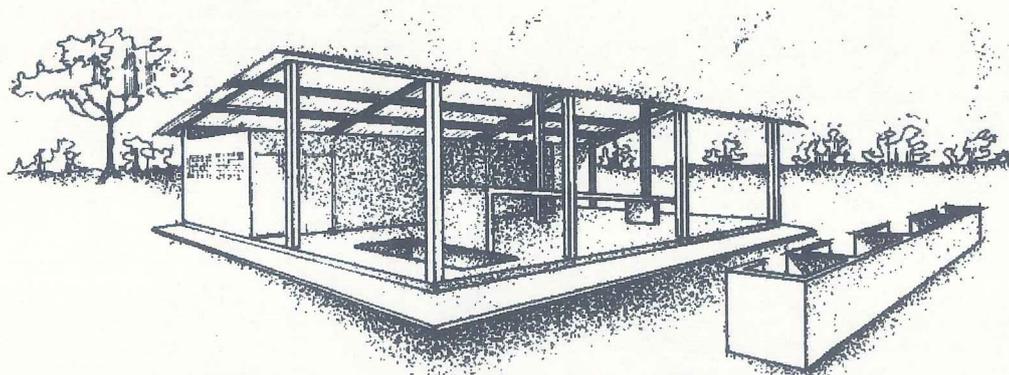


FIGURA 12 - Edificação para caracterização de resíduos sólidos (a partir de Fonseca)

A edificação apresentada por Fonseca em seu trabalho (FIG.12), constitui-se de um ambiente aberto que contém uma mesa inclinada, construída em concreto e alvenaria, sobre a qual é derramado o lixo para triagem e posterior reciclagem ou compostagem. Esta mesa pode servir também para a caracterização do resíduo sólido, podendo ser aproveitada para todas estas atividades.

A edificação apresentada por Aisse (FIG.13), ao invés da mesa inclinada em alvenaria e concreto, possui um sistema de roletes de madeira, dispostos sobre duas barras paralelas, os quais recebem uma bandeja de madeira, que após ser enchida de lixo, corre sobre os roletes, permitindo a triagem do material, conforme desejado.

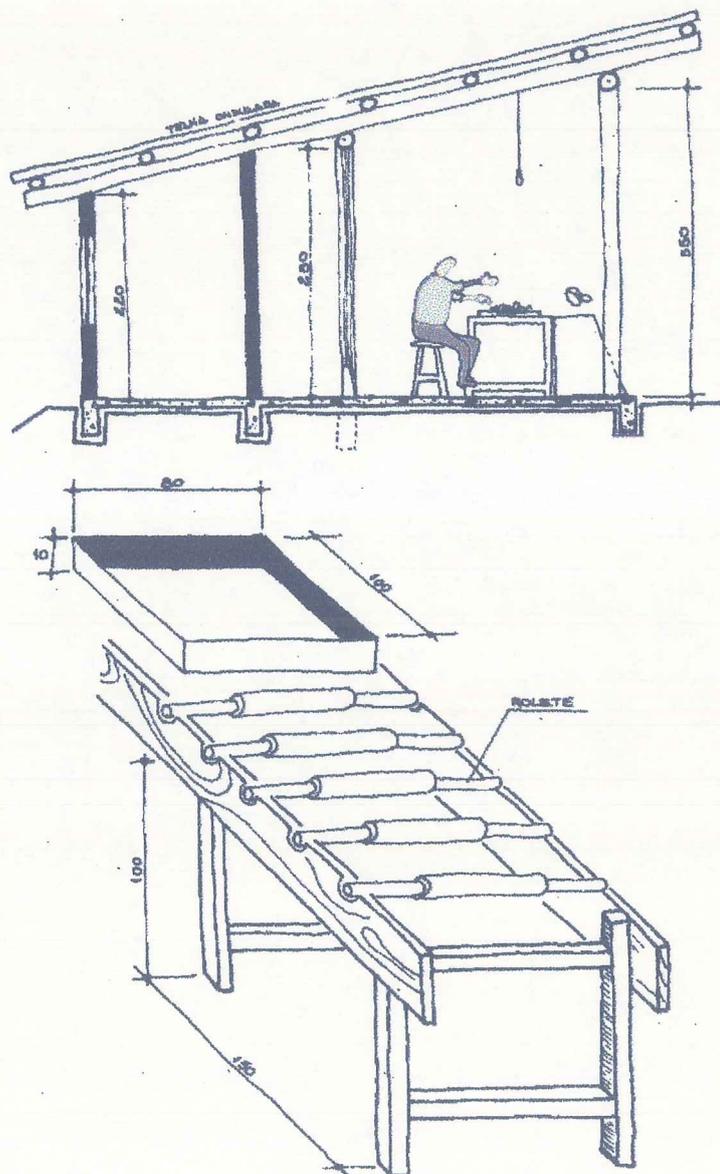


FIGURA 13 - Edificação para caracterização de resíduos sólidos (a partir de Aisse)

A existência de uma destas edificações, em caráter permanente, em uma comunidade, poderá produzir efeitos positivos na solução das questões relativas aos resíduos sólidos.

Para a geração de séries históricas de dados acreditamos ser conveniente anotar as datas exatas das amostragens, a procedência tão precisa quanto possível, o peso e o volume totais de cada amostra, bem como o peso de cada parcela individualizada. Qualquer setorização para amostragem deverá ser anotada e arquivada junto aos dados referentes à amostra ou as amostras, para que sejam sempre possíveis futuras reconstituições.

Para a emissão de resultados de caracterização propomos o impresso, preenchido com um exemplo, mostrado na figura 14, no qual incluímos algumas informações que poderão ser obtidas quando da amostragem. Estas informações permitirão conhecer melhor a origem da amostra.

Ficha de caracterização de resíduo sólido		
Endereço: <i>Av. Dom José Gaspar 500</i>	Hora da coleta: <i>10:30 h</i>	
Setor: <i>todos</i> Amostra: <i>02</i> Rota de coleta: <i>única</i>	Data da coleta: <i>28/08/92</i>	
Responsável pela coleta: <i>Hiram Santoni</i>		
Amostra coletada <input type="checkbox"/> na fonte <input type="checkbox"/> em saco plástico <input type="checkbox"/> no cesto de lixo <input type="checkbox"/> em outra embalagem: <input type="text"/> <input type="checkbox"/> no veículo transportador <input type="checkbox"/> caminhão compactador <input type="checkbox"/> caminhão comum <input type="checkbox"/> caçamba <input type="checkbox"/> carroça <input type="checkbox"/> outros <input checked="" type="checkbox"/> no destino final		
Condições climáticas: <input type="checkbox"/> chuva <input checked="" type="checkbox"/> calor <input type="checkbox"/> frio		
Observações:		
	Hora da caracterização	<i>11:30 h</i>
	Item	Peso em <i>kg</i>
	<i>papel</i>	<i>198.21</i>
	<i>papelão</i>	<i>23.30</i>
	<i>vidro claro</i>	<i>2.00</i>
	<i>vidro escuro</i>	<i>0.30</i>
	<i>madeira</i>	<i>1.30</i>
	<i>matéria orgânica putrescível</i>	<i>288.79</i>
	<i>metal ferroso</i>	<i>2.00</i>
	<i>alumínio</i>	<i>0.02</i>
	<i>cobre</i>	<i>0.01</i>
	<i>trapo/pano</i>	<i>1.70</i>
	<i>polietileno</i>	<i>11.80</i>
	<i>fílm plástico</i>	<i>12.40</i>
	<i>borracha</i>	<i>0.10</i>
	<i>louça, pedras e cacos</i>	<i>1.50</i>
	<i>terra e similares</i>	<i>20.00</i>
	<i>laboratórios</i>	<i>13.70</i>
	<i>isopor</i>	<i>0.10</i>
Observações:	Peso total da amostra(kilograma)	<i>577.23</i>
<i>O item "laboratórios" designa material proveniente de laboratório de análise clínica, laboratório de prótese e laboratório de biologia.</i>		
Local da caracterização: <i>Aterro Sanitário da BR 040</i>		
Responsável pela caracterização: <i>Hiram Santoni</i>		

FIGURA 14 - Modelo de ficha de caracterização de resíduo sólido

Para a emissão de resultados de classificação, propomos o impresso, também contendo já um exemplo, mostrado na FIG.15. Este impresso deverá ser preenchido a partir de uma ficha ou de um conjunto de fichas de caracterização de resíduo sólido, informando de forma clara a composição de cada classe apresentada.

Ficha de classificação de resíduo sólido			
Amostra: <i>02</i>			
Responsável pela classificação: <i>Hiram Sartori</i>			
Critério de classificação: <i>Critério de Tratabilidade, proposto por Schneider</i>			
Classe	Itens incluídos na classe	peso(kg)	percentual(%)
<i>Biodegradáveis</i>	<i>matéria orgânica putrescível</i>	<i>288.79</i>	<i>50.03</i>
<i>Recicláveis</i>	<i>papel, papelão, vidro claro, vidro escuro, metal</i>	<i>250.04</i>	<i>43.32</i>
	<i>ferroso, alumínio, cobre, polietileno, filme,</i>		
	<i>plástico</i>		
<i>Descartáveis</i>	<i>trapo/pano, borracha, louça, pedras e cacos, terra e</i>	<i>38.40</i>	<i>6.65</i>
	<i>similares, laboratórios, isopor</i>		
Observações:		Peso total da amostra(kg)	<i>577.23</i>
<i>O item "laboratórios" foi considerado descartável, por conter material contaminado, além de moldes de gesso e curativos, todos itens sem afinidade com as outras duas classes.</i>			
Local da classificação: <i>Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais</i> Data: <i>04/07/95</i>			

FIGURA 15 - Modelo de ficha de classificação de resíduo sólido

Relativamente à PUC-MG entendemos ser conveniente a implantação de um plano de ação contínua em gerenciamento de resíduos sólidos, composto por diversos projetos, dentre os quais podemos citar:

- criação, manutenção e pesquisa de banco de dados para gerenciamento de seu resíduo sólido;
- expansão da experiência do banco de dados próprio para atendimento a comunidades carentes;
- treinamento de pessoas da comunidade para a coleta seletiva, a compostagem artesanal e a vermicompostagem;

- construção e manutenção de um laboratório para realização de caracterização de amostras de lixo, por pessoas da comunidade interessada, sob orientação técnica de profissionais das áreas afins;
- expansão da atual pesquisa, com atuação de profissionais das áreas de sociologia, economia, psicologia, geografia e arquitetura entre outros, a partir de uma base de dados históricos ampliada, com utilização de dados primários baseados em entrevistas e pesquisas de campo, para identificação e mapeamento dos melhores parâmetros definidores de quantidade e qualidade de lixo, no município de Belo Horizonte;
- realização de estudos e pesquisas em sistemas de geoprocessamento, para aplicação no gerenciamento de resíduos sólidos.

ABSTRACT

The present work aims parameters characteristic of solid-waste, from the point of view its productivity and quantity. The intervening factors in the characteristic of solid-waste are discussed and explained. The solid-wastes of Belo Horizonte "campus" of Pontificia Universidade Católica de Minas Gerais are characterized and the result from its characterization has been analysed from many points of view. The waste characterization from Belo Horizonte city is also analysed and the relationships between these two characterizations are established.

The behavior of the waste production from the two communities is also analysed.

Besides these studies, we will approach a methodology of sampling aiming solid-waste management.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, José Luiz Crivellatti de. Controle dos Resíduos sólidos com envolvimento de população de baixa renda. *Revista Saúde pública*, São Paulo, v. 24, n. 5, p. 398-406
- AISSE, Miguel Mansur, OBLADEN, Nicolau Leopoldo, SANTOS, Arnaldo Scherer dos. Aproveitamento dos resíduos sólidos urbanos. Curitiba, 1981. 108 p., il.
- AISSE, Miguel Mansur. Projeto-piloto de coleta e processamento do lixo de Curitiba (Microbacia C-8). In: 14º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1987: São Paulo, SP. Anais do 14º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 2, t. III: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental; Rio de Janeiro: ABES, 1987. 604 p. il. p. 49-67
- APRESENTAÇÃO de dissertações e teses - Procedimento. 1º Projeto de Norma. Projeto 14:02.02-002. Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT, 1984. 18 p.
- BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. A problemática bioeconômica dos dejetos. In: 17º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1993: Natal, RN. Anais do 17º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 2, t. III: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental; Rio de Janeiro: ABES, 1993. 826 p. il. p. 197-211.
- BERRÍOS, Manoel Rolando. O lixo domiciliar. A produção de resíduos sólidos residenciais em cidade de porte médio e a organização do espaço. O caso de Rio Claro, SP. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; orientada por Helmut Troppmair. Rio Claro: 1986. 175 p. il.
- BORGES, Maeli Estrela. Curso : I Curso sobre aterros sanitários. Patrocinado por Seebla - Engenharia de projeto e Nicamaqui; promovido por SME-Sociedade Mineira de Engenheiros. Belo Horizonte: 1986. 85 p. il.
- BUNDI, Ulrich, BRUNNER, Paul H.. Tendências en sistemas de evacuacion de desechos solidos: relaciones entre desechos solidos, liquidos y gaseosos. *Boletin de la oficina sanitaria panamericana.*, v. 92, n. 3, p. 219-237, marzo. 1982.
- CÂMARA, Marcos Costa. Limpeza urbana e rural - o problema do lixo. Adaptado de monografia inicial, 1964. Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte - SLU:1964. 24 p.
- CINTRA, Ilka Soares. Um estudo da caracterização física dos resíduos sólidos domésticos do bairro Cidade Nova em Belo Horizonte-MG. Dissertação apresentada à Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em saneamento e meio ambiente; orientada por Raphael Tobias de Vasconcelos Barros. Belo Horizonte: 1994. 158 p. il.
- CROSS JR., Frank, NOBLE, George. Handbook on hospital solid waste management. Westport: Technomic Publishing Co., Inc., 1973. 107 p. il.
- CURSO de coordenação de programas de reciclagem de lixo. Promovido por Escola Nacional de Serviços Urbanos-ENSUR, Instituto Brasileiro de Administração Municipal - IBAM, Núcleo de Capacitação Ambiental-NCA e Fundação Nacional de Ação Ecológica-FNAE; patrocinado por Fundação Alfred Jurzykowski. Rio de Janeiro: 1993. 32 p.
- DIAS, Cláudio Rachid. Reciclagem do lixo urbano. *Intercâmbio*. Rio de Janeiro, v. 5, n. 13, p. 47-57, 1992.
- EHLERS, Victor M., STEEL, Ernest W.. Saneamento urbano e rural. Tradução de Marcelo Teixeira Brandão. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1948. 459 p., il.

- EHLERT, Iracema. A viabilidade econômica da reciclagem de lixo. Dissertação apresentada ao Departamento de Economia do Centro de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Regional de Blumenau; orientada por Edmundo Pozes da Silva. Blumenau, 1991. 47 p.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. Novo dicionário da língua portuguesa. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1975. 1499 p.
- FLINTOFF, Frank. Management of solid wastes in developing countries. Publication of the World Health Organization; first edition: 1976. 2. ed. Noida, UP: Taj Services Ltd., 1984. 231 p. il. ISBN 92-9022-101-1.
- FONSECA, Edmilson. Tecnologia alternativa de limpeza pública. A experiência da Paraíba. In: 16º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1991: Goiânia, GO. Anais do 16º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 2, t. III: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental; Rio de Janeiro: ABES, 1991. 550 p. p. 127-151.
- FRANÇA, Júnia Lessa et al. Manual para normalização de publicações técnico-científicas. 2.ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1992, 196p.
- GOMES, Luciana Paulo. Estudo da caracterização física e da biodegradabilidade dos resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários. Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de mestre em hidráulica e saneamento; orientada por Jurandyr Povinelli. São Carlos: 1989. 167 p. il.
- HUMAN activities and waste management. Planning section, environment bureau, Kitakyushu City Government. Kitakyushu, Japan: Kiushu International Centre(Japan International Cooperation Agency & Kita Environmental cooperation Center), 1995. 24 p.
- KUHNEN, Ariane. A coleta seletiva/programa beija-flor em Florianópolis, SC. Aspectos técnicos e psicossociológicos. In: 17º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1993: Natal, RN. Anais do 17º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 2, t. III: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental; Rio de Janeiro: ABES, 1993. 826 p. p. 299-310.
- LIMA, Luiz Mário Queiroz. Tratamento de lixo. São Paulo: Hemus Editora Ltda., 1986.240 p., il.
- LIXO, soluções para não degradar. *Dirigente Municipal*, São Paulo, v. 22, n. 5, p. 14-17, mai.1981.
- MATHEWS, Nancy. Notas sobre educação ambiental. In: Série educação ambiental, Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo(Estado). São Paulo: CETESB, 1994. 26 p.
- MOURA, Ana Clara Mourão. O papel da cartografia nas análises urbanas; tendências no urbanismo pós-moderno. *Cadernos de arquitetura e urbanismo*, Belo Horizonte, v. 1, n. 2, p. 41-73, ago. 1994.
- OLIVEIRA, Walter Engrácia de . Resíduos sólidos e limpeza pública. In: Saneamento do meio. p. 81-114.
- PEREIRA NETO, João Tinôco. Limpeza pública - saneamento do lixo. Viçosa: Oficinas gráficas da imprensa universitária da Universidade Federal de Viçosa, 1980, 40 p., il.
- PESSIN, Neide. Estudo da composição física e das características físico-químicas dos resíduos domésticos de Caxias do Sul. Monografia apresentada à Universidade de Caxias do Sul, para obtenção do título de bacharel em ciências; orientada por Suzana Maria de Conto Mandelli. Caxias do Sul: 1991. 67 p.
- PINTO, Mário da Silva A Coleta e disposição de lixo no Brasil.. Coord. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1979. 227 p., il.

- POVINELLI, Jurandyr, GOMES, Luciana Paulo. Caracterização física dos resíduos sólidos urbanos da cidade de São Carlos - SP - Brasil. In: IV SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Belo Horizonte, 1990. 11 p.
- PRADO FILHO, José Francisco do. Lixo urbano: formas de disposição no ambiente. *Revista Geográfica*, São Paulo, v. 10, p. 75-92, 1991.
- REFERÊNCIAS bibliográficas, NB 66. Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT, 1989. 9 p.
- RESÍDUOS sólidos, classificação, NBR 10004. Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT, 1987. 63 p.
- REYES, Juan L. G., SALGADO, Rebeca V., ZUÑIGA, Jorge L. I. Almacenamiento, recolección, transporte y distribución final de basuras en la ciudad de Illapel, 1987. *Boletín del hospital San Juan de Dios*, v. 34, n. 5, p. 388-392, set./out. 1987.
- ROCHA, Aristides Almeida. A história do lixo. In: Resíduos sólidos e meio ambiente; Série seminários e debates. São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente, Coordenadoria de Educação Ambiental, 1993. 144 p. p. 15-22.
- SAKURAI, Kunitoshi. Aspectos básicos del servicio de aseo. Analisis de residuos sólidos municipales. In: Program Regional OPS/HPE/CEPIS de mejoramiento de recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos. Manual de instrucción; segunda versión. Diciembre 1983. 49 p. il.
- SANT'ANNA FILHO, Romeu. Coord. Lixo domiciliar de Belo Horizonte- Características físicas, químicas, microbiológicas. Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte. Belo Horizonte, 1991. 108 p. il.
- SARTORI, Hiram Jackson Ferreira, REIS, José Horácio. Caracterização de consumo e qualidade biológica da água do Campus da PUC-MG. Relatório de pesquisa. Patrocinado pelo FIP-Fundo de Incentivo à Pesquisa. Belo Horizonte, 1.992.
- SCHALCH, Valdir, LEITE, Wellington Cyro de Almeida, GOMES, Luciana Paulo. Curso sobre gerenciamento de resíduos sólidos. Promovido pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental-ABES. [198-]. 227 p. il.
- SCHNEIDER, Vania Elisabete. Estudo do processo de geração de resíduos sólidos domésticos na cidade de Bento Gonçalves-RS. Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de mestre em hidráulica e saneamento; orientada por Luiz Mário Queiroz Lima. Campinas: 1994. 135 p. il.
- SERTÃ, Francisco de Assis Rodrigues, EIGENHEER, Emílio Maciel. Projeto de coleta seletiva de lixo (experiência em áreas verticais). In: 14º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1987: São Paulo, SP. Anais do 14º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 2, t. III: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental; Rio de Janeiro: ABES, 1987. 604 p. il. p. 68-85
- SOARES, José Francisco, FARIAS, Alfredo Alves de, CESAR, Cibele Comini. Introdução à estatística Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 1991. 378 p. il.
- SORIA, Frederico de Lara, CHAVARRIA, Juan Miro. Problemática de los residuos sólidos. In: Técnicas de defensa del medio ambiente. Barcelona, Editorial Labor S.A., v. 1, p. p. 588-619.
- SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA. Relatório mensal de estatística e custos, janeiro a abril de 1991. Belo Horizonte, Superintendência de Limpeza Urbana, 1991. 80 p. il.

SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA. Relatório bimestral de estatística e custos-Informativo de atividades da SLU/BH, maio e junho de 1991. Belo Horizonte, Superintendência de Limpeza Urbana, 1991. 51 p. il.

SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA. Relatório bimestral de estatística e custos-Informativo de atividades da SLU/BH, julho e agosto de 1991. Belo Horizonte, Superintendência de Limpeza Urbana, 1991. 54 p. il.

SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA. Relatório bimestral de estatística e custos-Informativo de atividades da SLU/BH, setembro e outubro de 1991. Belo Horizonte, Superintendência de Limpeza Urbana, 1991. 51 p. il.

SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA. Relatório bimestral de estatística e custos-Informativo de atividades da SLU/BH, novembro e dezembro de 1991. Belo Horizonte, Superintendência de Limpeza Urbana, 1991. 49 p. il.

SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA. Relatório bimestral de estatística e custos, janeiro e fevereiro de 1992. Belo Horizonte, Superintendência de Limpeza Urbana, 1992. 58 p. il.

SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA. Relatório bimestral de estatística e custos, março e abril de 1992. Belo Horizonte, Superintendência de Limpeza Urbana, 1992. 59 p. il.

SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA. Relatório bimestral de estatística e custos, maio e junho de 1992. Belo Horizonte, Superintendência de Limpeza Urbana, 1992. 57 p. il.

SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA. Relatório bimestral de estatística, julho e agosto de 1992. Belo Horizonte, Superintendência de Limpeza Urbana, 1992. 52 p. il.

SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA. Relatório bimestral de estatística, setembro e outubro de 1992. Belo Horizonte, Superintendência de Limpeza Urbana, 1992. 46 p. il.

SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA. Relatório bimestral de estatística, novembro e dezembro de 1992. Belo Horizonte, Superintendência de Limpeza Urbana, 1992. 48 p. il.

ZEPEDA, Francisco. Situación actual del sector de residuos sólidos en Latinoamérica. *Ingeniería sanitaria*, abril-diciembre, v. 47, n. 2, p. 48-66, 1993 .