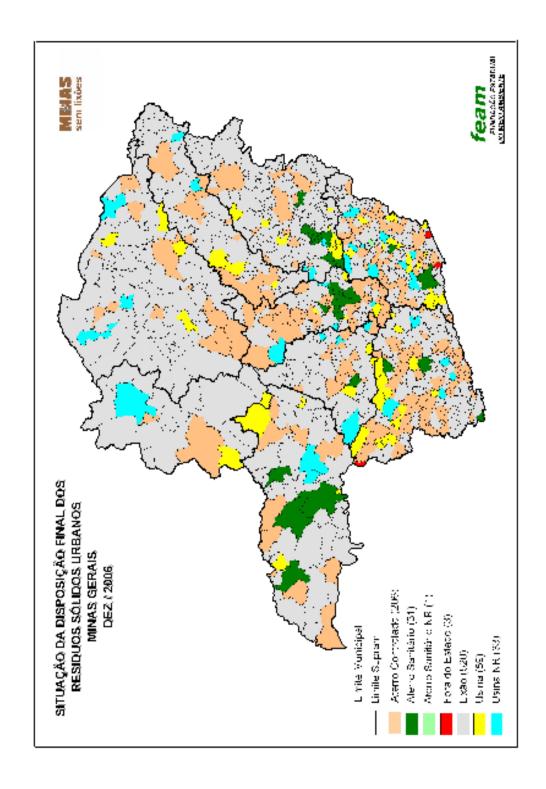
UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

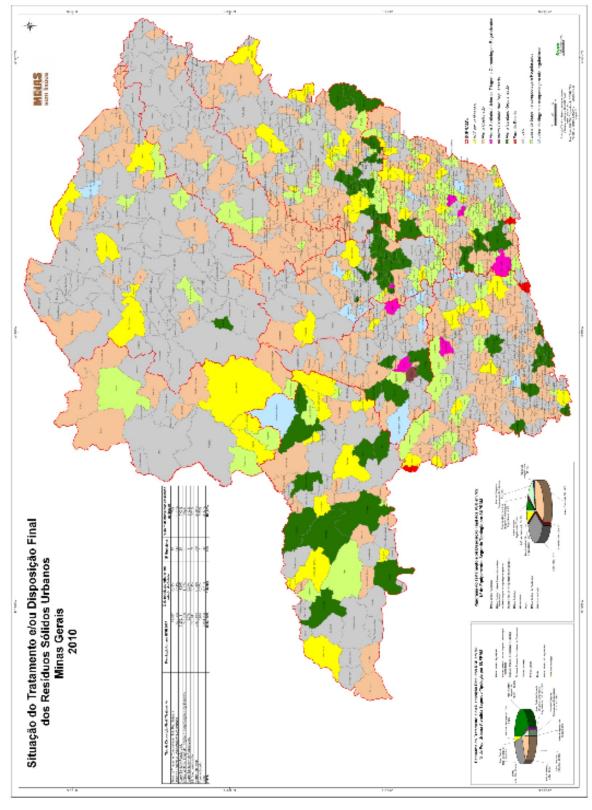
FACULDADE DE ENGENHARIA

Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental

Gerenciamento de Resíduos Sólidos



Fonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente (2008.)



Fonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente (2011).

II - Caracterização dos Resíduos Sólidos.

Parece óbvio imaginar que, nas atuais conjunturas sociais, econômicas, tecnológica mundial e nacional, vêm ocorrendo mudanças nas características dos RS urbanos em geral. Essa mudança tem incorporado novos materiais inexistentes na composição dos resíduos urbanos no passado. Compostos que agregam substâncias perigosas, tóxicas, e que, em função das quantidades utilizadas, podem causar danos irreparáveis. Assim sendo, pode-se afirmar que há riscos à saúde pública e ao meio ambiente associados à produção e manuseio daqueles resíduos.

Saber a dimensão desses riscos e seus impactos depende do conhecimento dos resíduos, de seus componentes, de estimativas de produção, de sua trajetória desde a geração ao destino final, das formas de manuseio e tratamento que permeiam essa trajetória. É função também do conhecimento que se tem do processo de trabalho a que estão submetidos todos os envolvidos com os resíduos desde sua produção/coleta até o destino final. Podem-se citar, igualmente, como variáveis importantes do processo: a tendência de crescimento econômico, a disponibilidade de áreas para disposição final, a possibilidade de se programarem consórcios intermunicipais, etc.

O exemplo da Tabela 2.1 mostra a evolução das características dos resíduos sólidos em São Paulo.

Composição Gravimétrica dos RSU – São Paulo (%)									
Tipo de					Ano				
Material	1927	1927 1947 1965 1969 1972 1989 1990 1993 1993							1998
Papel e papelão	13,4	16,7	16,8	29,2	25,9	17,0	29,6	14,4	18,8
Trapo e couro	1,5	2,7	3,1	3,8	4,3	-	3,0	4,5	3,0
Plástico	-	-	-	1,9	4,3	7,5	9,0	12,0	29,9
Vidro	0,9	1,4	1,5	2,6	2,1	1,5	4,2	1,1	1,5
Metais e latas	1,7	2,2	2,2	7,8	4,2	3,2 5	5,3	3,2	3,0
Matéria orgânica	82,5	76,0	76, 0	52,2	47, 6	55, 0	47,4	64,4	69,5

Tabela 2.1. Variação da composição dos resíduos urbanos na cidade de São Paulo.

A determinação das características físico-químicas e microbiológicas dos resíduos, da sua composição qualitativa e quantitativa é o ponto de partida para o projeto de sistemas adequados de gerenciamento dos RSU. A determinação dessas características de maneira representativa não é tarefa trivial e depende de um bom PROGRAMA DE AMOSTRAGEM e da CORRETA PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS.

II.1) Definições.

- 1 Resíduos Sólidos: segundo ABNT NBR 10.004/1987
 - "São resíduos nos estados **SÓLIDO e SEMI-SÓLIDO** que resultam de atividades da comunidade. Pode ter origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição".
 - Estão aí incluídos: lodos provenientes de sistemas de tratamento de água/esgoto e aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos (efluentes industriais) cujas características não permitem seu lançamento na rede

de esgoto ou corpos receptores (óleos lubrificantes), e exigem para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis face à melhor tecnologia disponível.

- 2 **Periculosidade:** é a característica apresentada por um resíduo que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, pode apresentar:
 - Risco à saúde pública provocando ou acentuando, de forma significativa, um aumento da mortalidade ou incidência de doenças e/ou
 - Riscos ao meio ambiente, quando o resíduo é manuseado ou destinado de forma inadequada.

QUALQUER RS DEVE SER CONSIDERADO PERIGOSO?

Num pensar abrangente (*lato sensu*), **SIM**. A disposição inadequada causa riscos ao MA e à saúde pública. Considerando-se, todavia, apenas a letra da definição existiria gradações de riscos em função de características físicas, químicas e infecto-contagiosas. A NBR 10004 define resíduo perigoso.

NOTA: Os resíduos sólidos, antigamente designados apenas por lixo, vêm assumindo uma outra conotação, especialmente devido à consciência em relação ao problema. O LIXO REPRODUZ OS VALORES DE UM GRUPO SOCIAL, SENDO O REFLEXO DE SUAS ATIVIDADES COTIDIANAS, DEMONSTRANDO, EM SUA COMPOSIÇÃO, O GRAU DE DESENVOLVIMENTO DO GRUPO.

- 3 Lixo: "é todo material sólido resultante das atividades domiciliares, comerciais e públicas de ZONAS URBANAS e não mais reutilizável".
- 4 Resíduos: "concepção abrangente que designa dejetos SÓLIDOS, LÍQUIDOS E GASOSOS".
- 5 Gerência de Resíduos Sólidos: "É toda atividade relacionada com os resíduos sólidos dos centros urbanos".

É importante definir ainda alguns conceitos básicos relacionados ao meio ambiente, impacto ambiental e externalidades, apresentadas a seguir:

6 – Meio Ambiente: segundo o dicionário Webster, meio ambiente é o conjunto de condições, influências ou forças que envolvem, influem ou modificam o complexo de fatores climáticos, edáficos e bióticos que atuam sobre o organismo vivo ou uma comunidade biológica e acaba por determinar sua forma, e sua sobrevivência.

Ressalta-se nessa definição a questão da interação de fatores físicos e biológicos conformando permanentemente o meio ambiente. Assim poder-se-ia afirmar que, o meio ambiente é o conjunto de todas as interações (ações e reações) físicas, químicas e bioquímicas, biológicas, antrópicas, sociais, econômicas, jurídicas, políticas, etc., em contínuo desenvolvimento e que podem estabilizar ou tornar instável a sustentabilidade da vida no planeta.

7 - Impacto Ambiental: segundo a resolução CONAMA 01/86, impacto ambiental é definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria e energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente afetem a saúde, segurança e o bem estar das populações, as atividades sociais, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

II.2) A Problemática dos Resíduos Sólidos.

Os Resíduos Sólidos constituem hoje uma das grandes preocupações ambientais do mundo moderno. A problemática do lixo no meio urbano abrange alguns aspectos relacionados com a atividade do homem em sociedade.

- Aumento populacional e intensidade de industrialização
 ⇒ aumento do consumo de bens em geral;
- Avanço tecnológico ⇒ necessidades adquiridas ⇒ maior utilização dos recursos naturais para satisfação dessas necessidades ⇒ maior complexidade dos resíduos gerados;
- Vida útil curta dos bens ⇒ lixo em quantidades crescentes ⇒ inesgotabilidade da produção de lixo;
- Os resíduos são produtos inevitáveis dos processos sócio-econômicos da humanidade.

O Gráfico 2.1 apresenta a evolução da produção de resíduos nos Estados Unidos (Fonte EPA - FACTBOOK - 2002)

Evolução da geração de RS nos USA entre 1960 - 2000

Ano	(milhões de
	<u>(t/ano)</u>
1960	88.1
1970	121
1980	151.6
1990	196.9
1995	208
2000	221.7

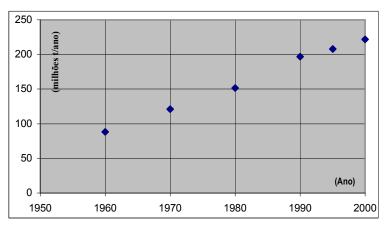


Gráfico 2.1: Evolução da geração de RSU entre 1950 e 2000 nos EUA.

Observe as figuras abaixo e REFLITA sobre a produção percapita em alguns países, os períodos tempos de degradação e presença de resíduos perigosos no lixo comum.



Figura 2.1. Produção percapita e tempo de decomposição de alguns produtos na natureza.

Semelhança entre processos de geração de resíduos num organismo vivo e na sociedade.



Soluções inadequadas para o problema do lixo podem causar efeitos indesejáveis:

Resíduos (sólidos, líquidos e gasosos)

Ponto de vista

Sanitário.

Ambiental e Social

- Contaminação do solo, do ar e da água;
- Proliferação de vetores e de doenças;
- Catação.

Reciclagem

-⇔-----

Diagrama das vias de acesso de agentes patogênicos oriundos do lixo:

	Via direta	Homem	
Lixo	Vias indiretas	Ar, solo, água Vírus, bactérias. Moscas, mosquitos. Baratas. Roedores. Suínos, cães, gatos e aves.	Fontes primárias

Ponto de Vista Econômico

11

- Consumo exagerado dos recursos naturais (que não são inesgotáveis);
- Desperdício de matéria e de energia;
 - Riscos para a saúde e para o Meio Ambiente.

NOTA:

- ⇒ IBGE/2000 cerca de 70% do lixo brasileiro é lançado em lixões a céu aberto.
- ⇒ "É imprescindível a definição de políticas públicas de aplicação continuada referentes à **GRS**. A **PNRS** está parada no Congresso Nacional há anos. A sociedade brasileira precisa demonstrar sua vontade e determinação para priorizar a sustentabilidade ambiental, social e econômica".

II.3) Origem e Formação do Lixo.

Fatores que influenciam a origem e produção de lixo:

- Número de habitantes do local;
- Área relativa de produção;
- Variações sazonais;
- Condições climáticas;
- Hábitos/costumes da população;
- Nível educacional;
- Poder aquisitivo;
- Freqüência de coleta;
- Segregação na origem: separação entre seco e úmido;
- Sistematização da origem: separação nos diversos componentes recicláveis;
- Disciplina e controle de pontos produtores;
- Leis e regulamentações específicas.
- **⊃** Cidades turísticas ⇒ período de férias escolares ⇒ maiores quantidades de lixo.
- → Variações na economia ⇒ aquecimento econômico ⇒ incremento da produção/consumo de bens.

II.4) Classificação dos Resíduos Sólidos:

II.4.1 - Objetivos da Classificação dos RS:

Se Comparar situações para possibilitar a sua gestão eficiente, ie, criar referências que permitam a busca de melhores desempenhos na GRSU.

II.4.2 - Tipos de Classificação:

- Quanto à natureza física: Secos;

Úmidos:

- Quanto à composição química: Orgânicos;

Inorgânicos;

- Quanto ao risco potencial: Classe I - perigosos;

(NBR 10.004/1987) Classe II - não inertes;

Classe III - inertes.

II.4.3 - Quanto à Origem:

A - Doméstico ou Residencial

- ⇒ Resíduos produzidos nos domicílios.
 - Lixo domiciliar ⇒ sobras de alimentos, invólucros, papéis, vidros, trapos;

 - Outros itens perigosos: pilhas, frascos de aerossóis, lâmpadas fluorescentes.

ATENÇÃO: onde encontrar:

- Hg ⇒ pilhas, lâmpadas fluorescentes, interruptores, baterias, amaciantes, tintas, termômetros;
- Cd ⇒ baterias/pilhas, plásticos, pigmentos, galvanoplastia;
- Pb ⇒ pilhas, cerâmicas, vidros, inseticidas, embalagens, tintas.

Mesmo em pequenas concentrações tais resíduos têm efeitos deletérios sobre a saúde e o meio ambiente. Os metais pesados são cumulativos, já que, quando ingeridos não são eliminados, sendo responsáveis, no corpo humano, por doenças como saturnismo, distúrbios do sistema nervoso.

Nos Estados Unidos estima-se que algo entre 0,3 a 0,5% dos resíduos domiciliares é constituído de resíduos perigosos, o que resulta em uma estimativa de 100.000 toneladas anuais existentes no lixo domiciliar.

A Tabela 2.1 apresenta uma estimativa das quantidades de resíduos perigosos no condado de King, USA.

T 1 1 0 1 E / /	1 .,	•	1.	1 ' '1'	(T TO A)
Tabela 2.1: Estimativa	de itens	i nerigosos em	11XO	domiciliar	USAL
Tabela 2.1. Estimativa	ac items	perigosos em	11/10	acilitatiat	(CDII)

Itens	Quantidade (t/ano)
Produtos de limpeza	~ 440,0
Solventes	975,0
Tintas	3.165,8
Óleos	~ 618
Ácidos	25,2
Pesticidas	114,3
Remédios	37,6
Cosméticos	11,7
Mercúrio	~ 2

Outro aspecto relativo à caracterização dos resíduos domiciliares, refere-se à presença de microrganismos que causam riscos à saúde humana pela transmissão de doenças infecciosas. A origem de resíduos infecciosos no lixo domiciliar está ligada à presença de doentes em casa, lenços de papel, curativos, fraldas descartáveis, papel higiênico, agulhas e seringas descartáveis, etc.

"A presença de agentes microbiológicos patogênicos ao homem nos resíduos domiciliares é bem documentada. Sabe-se que organismos potencialmente infecciosos são encontrados em substâncias do corpo humano como fezes, urina, secreções de lenços de papel e de feridas, absorventes higiênicos, preservativos, curativos, etc.".

B - Lixo Comercial

- ⇒ Oriundos de estabelecimentos comerciais: lojas, lanchonetes, escritórios, hotéis, bancos,...
- ⇒ Principais componentes: papéis, papelões, plásticos, restos de alimentos, embalagens de madeira,...

C - Lixo Público

- ⇒ São aqueles originados dos serviços de:
 - Limpeza pública urbana, incluindo todos os resíduos de varrição de vias públicas, limpeza de praias, galerias, de córregos e terrenos, restos de podas de árvores, etc.
 - Limpeza de áreas de feiras livres, constituídos por restos vegetais diversos, embalagens, etc.

D - Resíduos dos Serviços de Saúde

Os resíduos dos serviços de saúde (RSS) são aqueles gerados em hospitais, clínicas odontológicas e veterinárias, laboratórios de análise clínicas e médicas, farmácias e demais serviços de saúde. São divididos em classes conforme estabelecido na resolução CONAMA 358 de 29 de abril de 2005, resumidamente listados abaixo:

<u>Grupo ou classe A</u>: Resíduos que apresentam risco à saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência, podem apresentar risco de infecção. Esses resíduos são subdivididos nos subgrupos A1, A2, A3, A4 e A5. Inóculo, mistura de microrganismos e meios de cultura inoculados provenientes de laboratório clínico ou de pesquisa, resíduos provenientes de laboratórios de análises clínicas, vacinas vencidas ou inutilizadas; filtros de ar e gases aspirados da

- área contaminada, membrana filtrante de equipamento médico hospitalar e de pesquisa, entre outros similares; bolsas transfusionais vazias ou contendo sangue ou hemocomponentes, resíduos que tenham entrado em contato com estes; tecidos, órgãos, fluidos orgânicos, materiais perfurocortantes ou escarificantes, fluidos orgânicos;...
- <u>Grupo ou Classe B</u>: Resíduos contendo substâncias QUÍMICAS que podem apresentar risco à saúde pública e ao meio ambiente dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade (NBR10004/2004). Produtos hormonais e antimicrobianos, imunossupressores, anti-retrovirais quando descartados por serviços de saúde, farmácias, drogarias e distribuidores de medicamentos ou apreendidos. Drogas quimioterápicas e outros produtos que possam causar mutagenicidade e genotoxicidade e os materiais por elas contaminados; medicamentos vencidos, parcialmente interditados, não utilizados, alterados e medicamentos impróprios para o consumo, antimicrobianos e hormônios sintéticos; demais produtos considerados perigosos, conforme classificação da NBR 10.004 da ABNT (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos).



Figura 2.2. Símbolo Internacional de Material Infectante

• <u>Grupo ou Classe C</u>: Resíduos radioativos: enquadra-se neste grupo os resíduos radioativos ou contaminados com radionuclídeos provenientes de laboratórios de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia, segundo a Resolução CNEN 6.05.



Figura 2.3. Símbolo Internacional de Material Radioativo.

- <u>Grupo ou Classe D</u>: resíduos que não apresentam riscos biológico, químico ou radiológico à saúde pública ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. Exemplos: Resíduos comuns oriundos de áreas administrativas, limpezas de jardins, restos alimentares, resíduos de gesso provenientes de assistência à saúde, etc.
- <u>Grupo ou Classe E</u>: Material perfurocortantes ou escarificantes tais como: lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas, micropipetas, todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri).

A média de geração de resíduos sólidos em hospitais brasileiros é de 2,63 (Pesquisa ABRELPE, 2004). No Rio de Janeiro esse número pode chegar a 3,98 kg/leito/dia. A legislação brasileira proíbe a disposição desses rejeitos em aterros sem antes passar por algum tipo de tratamento, seja por microondas - sistema que elimina microrganismos, ou incineração. Segundo normas da **CETESB**, os resíduos hospitalares devem ser depositados sobre mantas de polietileno de alta densidade (HPDE) e uma camada de 50 cm de argila (disposição final), na tentativa de evitar-se o risco de contaminação em função do rompimento da manta de polietileno. Sobre os resíduos deve ser lançada uma camada de cal hidratada. A área receptora deve ser cercada identificada com placas alertando sobre o risco de contaminação.

As principais tecnologias disponíveis para tratamento de resíduos hospitalares são:

- Autoclave/esterilização: há a total eliminação dos microrganismos utilizando-se vapor a submetido alta pressão e temperatura;
- Desinfecção: é o processo de eliminação de microrganismos patogênicos com utilização de substâncias químicas;
- Uncineração: processo de oxidação a alta temperatura, transforma materiais, reduz volume e destrói microrganismos.

O gerador do resíduo é responsável por sua gestão, mantendo-se co-responsável ainda que terceirize os serviços.

NOTA: **LEGISLAÇÃO** ⇒ Até 1991 a incineração dos resíduos hospitalares era obrigatória tendo sido eliminada pela portaria CONAMA 06 DE 19/09/1991

Acerca de 10 ou 15 anos atrás, havia um grande debate sobre a necessidade de se incinerar todo o conteúdo do lixo hospitalar. Alguns especialistas defendiam que a eliminação do risco de contaminação por agentes infecciosos só se efetiva através da incineração. Outros *experts* argumentam que os custos da incineração são elevadíssimos para se investir em equipamentos que efetivamente não garantem a eliminação da patogenicidade. Alegam que, caso o equipamento seja mal operado e de manutenção pouco eficiente, os riscos de transferência de poluição para a atmosfera são muito elevados.

Segundo Rutala, W.A., Eigenheer, E. (org.) uma doença infecciosa é classificada como um fenômeno multifatorial devido à interação simultânea de presença de um agente infeccioso em número suficiente, da existência de uma via de transmissão adequada, de uma porta de entrada e de um hospedeiro em estado de suscetibilidade. O risco infeccioso não pode ser definido apenas pela presença do agente, i.e., pelo resultado de exames microbiológicos sem levar em conta outras implicações que só podem efetivamente ser avaliadas através de análise epidemiológica.

Saúde não depende apenas da ausência de microrganismos (esterilidade), mas do estado de equilíbrio entre população microbiana e os mecanismos de resistência do hospedeiro (suscetibilidade do paciente).

Um avanço importante alcançado nas últimas três décadas, refere-se à constatação de que a maioria das doenças infecciosas é causada por bactérias que pertencem à microbiota normal humana. São os chamados *patógenos secundários* (ou patógenos oportunistas) que habitam permanentemente a pele e mucosas do hospedeiro (indivíduo) desde o nascimento até a morte. Tais microrganismos *só causam infecção* em indivíduos que apresentem uma doença predisponente ou lesão de tecido.

As doenças causadas por *patógenos primários* (doenças infecto contagiosas) tornaram-se menos freqüentes, exceto nos países chamados do terceiro mundo e seus bolsões de pobreza. <a href="https://example.com/bellows/example.com

Pesquisadores afirmam que, no Brasil, a freqüência de doenças em pacientes hospitalizados provocadas por patógenos primários (doenças infecciosas) representa em média 5%. Isso significa que a maioria dos microrganismos isolada de pacientes hospitalizados é patógeno secundário, incapaz de por si só iniciar uma infecção. Esses microrganismos revestem o organismo humano e são encontrados nos resíduos por ele produzidos.

Lixo e doença microbiana:

Como visto anteriormente, lixo é o conjunto de resíduos sólidos resultante da atividade humana. O risco potencial de transmissão direta de doenças infecciosas por qualquer tipo de resíduos sólidos dependerá:

- a) Da presença de um agente infeccioso;
- b) De sua capacidade de sobrevivência no lixo;
- c) Da possibilidade de sua transmissão do lixo para um hospedeiro suscetível.
- É <u>normal encontrar-se no lixo patógenos secundários</u> (Coliformes, Proteus sp, Staphilococos sp, Cândida sp, etc.).

Patógenos primários podem ser encontrados tanto no lixo doméstico como no hospitalar. Porém não sobrevivem além de oito dias nem se disseminam para resíduos adjacentes. Pesquisadores da área homogeneizaram resíduos do centro cirúrgico de uma UTI e berçário. Compararam a presença de microrganismos em ambos através de exames bacteriológicos e concluíram que os resíduos hospitalares apresentam contaminação entre 10 e 100.000 vezes menor que os domiciliares.

Em 1984, o Journal of Hospital Control já destacava:

- 1. Existem muitos conceitos populares equivocados e temor desnecessário em relação ao lixo hospitalar;
- 2. A maioria dos microrganismos isolados de infecções hospitalares pertence à microbiota normal humana e são incapazes de causar infecções em pessoas sadias;
- 3. Esses microrganismos são também encontrados em panos de prato, de chão e em resíduos domésticos:
- 4. Não há evidência de aumento da frequência de infecções no pessoal que manipula o lixo hospitalar ou da comunidade.

Todas as considerações dos parágrafos anteriores têm como objetivo a reflexão sobre a real necessidade de incineração de todo o lixo hospitalar. Parece que a resolução CONAMA 06 (19/09/91) foi adequada.

O artigo "Lixo Hospitalar: Risco Epidemiológico ou Terrorismo Sanitário", patrocinado pelo Governo Federal, antiga SEMA (apesar de antigo: ano de 1989), dá uma visão adequada de especialista no assunto acerca do tema. Como citado no capítulo anterior, o livro Lixo Hospitalar: Ficção Legal ou Realidade Sanitária, organizado pelo professor da UFF Emílio Eigenheer, atualiza as informações sobre o assunto, ratificando as noções aqui apresentadas.

E – Resíduos Industriais

- Qualquer resíduo proveniente de atividades industriais inclusive aqueles provenientes de construções. Tem composição muito variada.
- Normalmente a coleta e disposição final por conta do próprio produtor ⇒ <u>Conseqüência</u>: lançamento ao relento e nos recursos hídricos ⇒ maior contaminação do solo, água e ar.
- Exemplos: cinzas, óleos, resíduos ácidos, borracha, madeira, fibras, metal, escórias, etc.

E.1 - Classificação dos Resíduos Industriais (ABNT NBR 10.004/2004 – válida a partir de 30/11/2004):

- ✓ Classe I: Resíduos PERIGOSOS.
- ✓ Classe II: Resíduos NÃO PERIGOSOS.
 - ✓ Classe II A ♥ NÃO INERTES (biodegradáveis)
 - ✓ Classe II B ♥ INERTES (Ex. resíduos da construção civil).

Classe I:

- Resíduos perigosos em relação à saúde humana e aos seres vivos em geral;
- Apresentam algumas das características específicas citadas a seguir: **inflamabilidade**, **corrosividade**, **reatividade**, **toxicidade**, **patogenicidade**;
- Cuidados especiais quanto à coleta, acondicionamento, transporte e destinação final;
- Caracterizam-se pela **letalidade**, **não degradabilidade** e **efeitos cumulativos adversos** (efeitos radioativos);
- Exemplos: resíduos de fundo de colunas de destilação ou fracionamento de produção de clorobenzeno, lodos dos sistemas de tratamento de águas residuárias de diversos tipos de indústrias, lamas de estação de tratamento de efluentes do processo de produção de cloro, resíduos de limpeza com solvente na fabricação de tintas, etc.

Classe II A: NÃO INERTES

- Resíduos potencialmente biodegradáveis e/ou combustíveis (matéria orgânica).
- Podem apresentar propriedades do tipo: combustibilidade, solubilidade em água ou biodegradabilidade.

Classe II B: – INERTES

- Resíduos "inertes" e incombustíveis (metais, rochas, tijolos, vidros, borrachas e certos plásticos). Não são decompostos prontamente.
- Quaisquer resíduos que, quando amostrados de forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos ao contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se os aspectos de cor, turbidez, dureza e sabor.

Estima-se que 75% das indústrias da região metropolitana de São Paulo gerem cerca de 3,25 milhões de toneladas de resíduos industriais por ano. Aproximadamente 376000 toneladas são consideradas tóxicas. Cerca de 20% são tratados (normalmente por incineração), 21% armazenados em diversas formas e 31% aterrados.

Observação:

Resíduo inflamável:

- Resíduo líquido com ponto de fulgor inferior à 60° C;
- Resíduo não líquido: a 25° C e 1 atm produz fogo por fricção, por absorção de umidade ou por alterações químicas espontâneas e, quando inflamado queima vigorosa e persistentemente, dificultando a extinção do fogo;
- Oxidante: definido como substância que pode liberar oxigênio e, como resultado, estimular a combustão e aumentar a intensidade do fogo em outro material.

E.2 - Minimização de resíduos - Uma estratégia para o gerenciamento

Considerações Importantes:

- a) **Minimização de Resíduos**: é a redução, quando possível, de quaisquer resíduos sólidos, perigosos ou não, gerados e subseqüentemente tratados, armazenados ou eliminados. Inclui qualquer redução na fonte ou atividade de reciclagem executada por um gerador que resulte em:
 - 1. Redução de volume ou quantidade de resíduos 🔖 redução da quantidade de resíduo gerado, tratado, armazenado ou eliminado;
 - 2. Redução / eliminação da toxicidade do resíduo 🔖 seja por alteração/substituição dos constituintes tóxicos por outros menos tóxicos, ou através da redução das concentrações dos constituintes tóxicos sem que se use, no entanto, aumento de diluição.

b) **Redução na fonte**: qualquer atividade que reduza ou elimine a geração de resíduo <u>DURANTE UM PROCESSO</u> de produção. Essa redução pode advir de alterações do tipo de matéria prima, ou do tipo de tecnologia ou mudanças nos processos de produção.

Roteiro Geral de Metodologia para redução da Geração de Resíduos

Pontos de Geração de Resíduos	Medidas Recomendadas
	1. Usar materiais de maior pureza;
	2. Usar matérias-prima menos tóxicas;
	3. Usar materiais não corrosivos;
	4. Converter processos tipo bateladas por processos contínuos;
	5. Efetuar inspeção/manutenção mais rigorosa de equipamentos;
	6. Melhorar treinamento de operadores;
	7. Efetuar supervisão contínua;
Todas as fontes de resíduos	8. Adotar práticas operacionais adequadas;
	9. Eliminar/reduzir o uso de água para limpeza de equipamentos;
	10. Programar técnicas adequadas de limpeza de equipamentos;
	11. Usar sistemas de monitoramento aprimorados;
	12. Usar bombas com selo mecânico duplo.
	1. Aumentar o tempo de drenagem do equipamento;
Resíduos de limpezas de equipamentos	2. Usar materiais resistentes à corrosão;
Residuos de impezas de equipamentos	3. Isolar tanques de estocagem;
	4. Reexaminar a necessidade de produtos químicos para limpeza.
	1. Usar válvulas de selagem com alarme;
Derramamentos e Vazamentos	2. Maximizar uso de juntas soldadas em relação às flangeadas;
	3. Instalar bacias de contenção de derramamentos.
	1. Segregar embalagens vazias por tipo de material estocado;
Manuseio de Materiais	2. Utilizar tambores laváveis e passíveis de reciclagem;
	3. Comprar materiais à granel ou em embalagens maiores;
	4. Comprar materiais em embalagens previamente pesadas.

Incentivos e Obstáculos Para a Minimização de Resíduos Industriais

INCENTIVOS:

- Redução de custos para menores quantidades de resíduos tratados e dispostos;
- A própria legislação que pode taxar o produtor de resíduos industriais em função da quantidade produzida;
- \$\footnote{Pressão}\$ pressão internacional para certificação pela ISO9000 e ISO14000

OBSTÁCULOS

- \$\Begin{align*} Escassez de informações;
- \$\forall \text{Falta de conscientização dos benefícios da minimização de resíduos;}
- ☼ Falta de apoio e conhecimento técnicos;
- ☼ Falta de motivação financeira;
- ♦ Medo da alteração do produto final.

O gerador dos resíduos industriais é o responsável por sua gestão (transporte, tratamento, destinação final). Os tipos mais comuns de tratamento são apresentados a seguir.

- Reciclagem / Reutilização / Recuperação: Já definido anteriormente, esses tipos de tratamento referem-se à valorização dos materiais que já tenham sido utilizados como matéria prima nos processos industriais. Esses procedimentos podem significar grande economia de insumos, marketing e preservação ambiental.
- Processos de secagem e desidratação de lodos: ao se reduzir a umidade e volume do resíduo é possível fazer sua disposição em aterros industriais ou sanitários, com diminuição dos custos de transporte. Os métodos mais tradicionais de secagem são: filtragem, centrifugação, leitos de secagem.

- <u>Landfarming</u>: consiste em um tratamento biológico de resíduos orgânicos no solo, por meio de suas propriedades físicas, químicas é um e da intensa atividade microbiana. O processo vem sendo utilizado principalmente por indústrias alimentícias, têxteis, papel, papelão, sabões e detergentes, entre outras.
- Incineração: É o processo de combustão controlada.

Critérios relacionados à engenharia, economia, geologia, topografia, meio ambiente, etc, devem ser considerados quando se pesquisam áreas candidatas à destinação final de resíduos industriais. A Tabela 2.2 resume esses itens.

Tabela 2.2. Critérios utilizados para seleção do local para Implantação de Aterro Industrial – **RESUMO**

Aspectos Relacionados à Engenharia					
Localização	Deve ser suficientemente grande para acomodar os				
	resíduos produzidos das instalações				
Proximidade	Deve estar localizado próximo das instalações que				
	produzem o resíduo. Longe de redes de água e de				
	propriedades particulares				
Acesso	A localização deve ser de fácil acesso (perto de				
	boas estradas e sem congestionamento)				
Topografia	Deve-se aproveitar as condições naturais do				
	terreno. Evitar depressões naturais e vales.				
Geologia	Evitar áreas sujeitas a terremotos e falhas, minas,				
	etc.				
Solo	Deve possuir um revestimento natural de argila o				
	pelo menos argila de fácil disponibilização.				
Aspectos relativos ao meio ambiente					
Águas Superficiais	Evitar regiões que sofrem enchentes, contato direto				
	com águas navegáveis, mangues e banhados.				
Lençol freático	Não deve ter contato com lençóis freáticos.				
Ar	Deve ser localizado de forma a minimizar				
	emissões para o exterior da área de confinamento e				
	impactos de odor.				
Ecologia Terrestre e Aquática	Evitar áreas de proteção ambiental, habitat único e				
	manguezais.				
Ruídos	Barulho de movimento de caminhões e veículos				
	pesados deve ser evitado.				
Uso da terra	Evitar áreas densamente populosas e áreas de				
T	conflito.				
Fontes Culturais	Evitar sítios arqueológicos, históricos e de				
	interesse paleontológicos.				
Aspectos legais	Considerar a legislação pertinente.				
Aspectos públicos e políticos	Procurar ganhar aceitação pública.				
Aspectos Econômicos					
Aquisição da propriedade	Custo real do terreno mais custos relacionados.				
Desenvolvimento local	Escavações, aeração, revestimentos e novas				
	estradas e outros custos de desenvolvimento.				
Custos anuais	Custos de combustível, mão-de-obra, manutenção,				
	preparação do terreno.				

E.3 - Resíduos Radioativos.

O gerenciamento de resíduos radioativos é competência da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN. A utilização e manuseio dessas substâncias estão estabelecidos nas normas CNEN - NE - 6.05. Esses resíduos são gerados no ciclo de combustíveis nucleares e nas aplicações de medicina, pesquisa, indústria, necessita de manejo seguro e ambientalmente correto, incluindo transporte e destinação final.

O principal problema desses rejeitos é o fato de continuarem como potenciais fontes contaminação por radiação ionizante.

As substâncias radioativas podem ser consideradas de elevada toxicidade (Classe I), de média toxicidade (Classe II e III) e de baixa toxicidade (Classe IV), em função da radiação emitida.

A meia-vida de uma substância radioativa refere-se ao tempo necessário para que a atividade inicial seja reduzida à metade e determina o período de tempo em que a substância estará ativa.

Exemplos de isótopos radioativos e suas meias vidas:

- $I^{125} \Leftrightarrow 60,2 \text{ dias}$
- C¹⁴ \$ 5730 anos
- Br⁸² \$ 36 horas

É importante ressaltar que as propriedades físicas e químicas dos isótopos radioativos são idênticas àquelas do isótopo inativo. Assim, o conhecimento dessas propriedades é fundamental para a gestão desses rejeitos.

Estima-se como 10 meias-vidas o período de tempo necessário para que o isótopo seja considerado de manuseio seguro para o caso de fontes radioativas utilizadas nos procedimentos médicos.

F - Portos, Aeroportos, Terminais Rodoviários e Ferroviários.

- ⇒ Resíduos Assépticos: são considerados como domiciliares.
- Resíduos Sépticos: material de higiene, asseio pessoal e restos de alimentação que podem veicular doenças provenientes de outras cidades, estados ou países.

G - Resíduos Agrícolas

- Embalagens de adubos, defensivos agrícolas, ração, restos de colheitas, etc.
- Preocupações recentes:
 - Enormes quantidades de esterco animal geradas nas fazendas de pecuária intensiva.
 - Destinação final de embalagens de agroquímicos diversos (legislação específica

 coresponsabilidade do fabricante).

H - Entulho

- Demolições e restos de obras, solos de escavações, etc.
- Geralmente é material inerte, passível de reaproveitamento.

I – Resíduos Especiais

São resíduos produzidos esporadicamente, tais como: veículos abandonados, pneus, mobiliário, animais mortos, etc.

16/4/2012 09:00

De quem é a responsabilidade pelo gerenciamento de cada tipo de lixo?

TIPOS DE LIXO	RESPONSÁVEL
Domiciliar	Prefeitura
Comercial	Prefeitura [*]
Público	Prefeitura
Serviços de saúde	Gerador (hospitais, etc.)
Industrial	Gerador (indústrias)
Portos, aeroportos e terminais	Gerador (portos, etc.)
ferroviários e rodoviários	
Agrícola	Gerador (agricultor, etc.)
Entulho	Gerador [*]

a Prefeitura é co-responsável por pequenas quantidades (menores que 50 Kg) de acordo com a legislação municipal

II.5) Caracterização dos Resíduos Sólidos:

- Refere-se aos aspectos relativos à sua produção;
- Seu conhecimento é importante para planejamento correto dos Serviços de Limpeza Urbana e GRSU em todas as etapas;
- A caracterização periódica é a primeira etapa para uma eficiente administração do problema dos resíduos sólidos urbanos.

Características Físicas

São as seguintes as principais características físicas dos RS.

II.5.1 - Composição Física ou Gravimétrica

Apresenta as porcentagens das várias frações do lixo, tais como: papel, papelão, madeira, trapo, couro, plástico duro, plástico mole, matéria orgânica, metal ferroso, metal não-ferroso, vidro, borracha e outros.

IMPORTÂNCIA:

- Avalia o melhor e mais adequado sistema de tratamento ⇒ compostagem, etc.

Exemplos de composição gravimétrica: (ano 2000)

Componente	Brasil (%)	México (%)	Índia (%)	USA (%)
Mat. orgânica	52,5	54,4	78	35,6
Papel, papelão.	24,5	20	2	41,0
Plástico	2,9	3,8	0	6,5
Metais	2,3	3,2	0,1	8,7
Vidros	1,6	8,2	0,2	8,2
Outros	16,2	10,4	18,7	~ 0
Total	100	100	100	100

Fonte: CEMPRE, 2000, Manual de Gerenciamento Integrado.

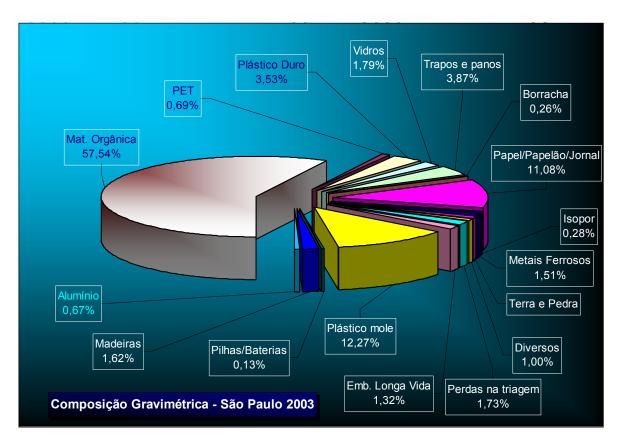
Em BH: (Superintendência de Limpeza Urbana: 1991 e CEMPRE: 1999)

Componente	BH 1991 (%)	BH 1999 (%)
Mat. orgânica	⇒ 64,4	⇒ 63,0
Papel e papelão	⇒ 13,5	⇒ 10,1
• Plásticos	⇒ 6,5	⇒ 11,7
• metais	⇒ 2,7	⇒ 2,6
• vidros	⇒ 2,2	⇒ 2,6
• outros	⇒ 10,0	⇒ 10,0

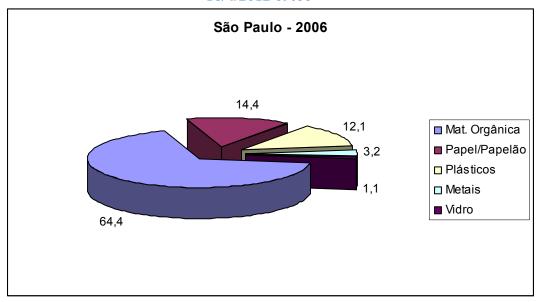
Composição do lixo de São Paulo.

Tipos de					Ano				
Material	1927	1947	1965	1969	1972	1989	1990	1993	1998
Papel, papelão.	13,4	16,7	16,8	29,2	25,9	17,0	29,6	14,4	18,8
Trapo, couro.	1,5	2,7	3,1	3,8	4,3	-	3,0	4,5	3
Plástico.	-	-	-	1,9	4,3	7,5	9,0	12,0	22,9
Vidro.	0,9	1,4	1,5	2,6	2,1	1,5	4,2	1,1	1,5
Metais, latas.	1,7	2,2	2,2	7,8	4,2	3,25	5,3	3,2	3
Mat. orgânica	82,5	76,0	76,0	52,2	47,6	55,0	47,4	64,4	69,5

Fonte: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas.



Fonte: http://ww1.prefeitura.sp.gov.br/servicos/upload/RelatorioGeral2003 1103568201.pdf



Composição Gravimétrica de RSU – Município de Campinas – SP Fonte: CEMPRE, 2010.

Alguns números referentes à GRSU de SAO PAULO impressionam:

População: 11,2 milhões de habitantes (área do Município: 1523 km²)

Lixo coletado por dia: 17000 t. Geração percapita diária: 1,52 kg

Lixo Residencial RECICLADO: < 1%.

Lixo não-Residencial RECICLADO: < 1%.

Empresas Privadas que coletam lixo: 2 Frota de caminhões coletores privados: 500 Despesa mensal com GRS: R\$80 milhões.

Gasto municipal diário percapita com GRSU: R\$0,238

A cidade de SP possui cerca de 20000 catadores e 150 cooperativas de resíduos (SILVA et al, 2007)

Os números de Nova York, também:

População: 8,4 milhões.

Lixo coletado por dia: 22000 t (metade deste total é coletado pela prefeitura local)

Geração percapita diária: 2,62 kg

Lixo Residencial RECICLADO: ~ 15%.

Lixo não-Residencial RECICLADO: ~ 40%.

Empresas Privadas que coletam lixo: 150.

Frota de caminhões coletores privados: 4000.

Frota de caminhões da Prefeitura: 2000.

Despesa mensal com GRS: US\$ 83,4 milhões (cerca de R\$150 milhões)

Gasto municipal diário percapita com GRSU: ~ R\$0,596

Variação da composição gravimétrica e de alguns parâmetros físicos dos RSU do município do Rio de Janeiro entre 1981 e 2007

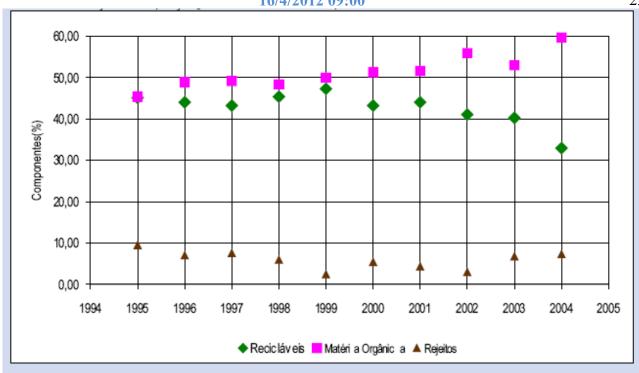
Componentes				Anos	(1981 a	1998)			
em (% p/p)	81	86	89	91	93	95	96	97	98
Papel e papelão	41,72	38,54	31,54	27,11	23,95	24,05	22,26	21,08	22,22
Plástico	6,56	9,63	12,55	12,71	15,27	15,07	15,09	16,11	16,78
Vidro	3,70	2,84	2,83	2,19	3,03	2,62	3,63	3,22	3,68
Matéria orgânica total	34,96	32,79	40,98	48,56	40,60	45,43	48,81	49,09	48,51
Metal total	3,88	3,63	3,50	3,24	3,52	3,49	3,09	2,82	2,75
Inerte total	0,90	1,08	1,26	0,61	1,07	0,44	0,97	1,53	0,89
Folha	3,64	5,82	2,51	1,54	5,49	4,81	2,46	3,04	1,97
Madeira	1,09	1,33	0,91	0,41	1,17	0,96	0,53	0,76	0,68
Borracha	0,06	0,25	0,66	0,23	0,37	0,17	0,18	0,24	0,33
Pano e trapo	3,05	3,63	2,40	2,66	4,53	2,43	2,50	1,71	1,92
Couro	0,30	0,46	0,26	0,47	0,58	0,26	0,16	0,27	0,21
Osso	0,14	0,00	0,60	0,27	0,42	0,27	0,33	0,13	0,08
				Anos	(1981 a	1998)			
Parâmetros	81	86	89	91	93	95	96	97	98
Peso específico (kg/m³)	176,05	253,18	208,92	209,16	251,65	203,58	194,79	163,98	168,15
Teor de umidade (%)	53,22 1998c	45,36	54,48	63,61	57,20	64,54	70,20	67,02	63,67

Composição gravimétrica e parâmetros físicos da cidade do Rio de Janeiro Fonte: DIN - COMLURB, 1998.

Componentes (%)	Ano										
Componentes (%)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Recicláveis	45,23	44,07	43,23	45,43	47,39	43,26	43,96	41,10	40,14	32,85	
Papel - Papelão	24,05	22,26	21,08	22,22	21,85	19,17	18,71	18,78	16,06	12,48	
Plástico	15,07	15,09	16,11	16,78	19,90	17,61	19,77	17,61	19,17	15,44	
Vidro	2,62	3,63	3,22	3,68	3,48	3,22	3,52	2,74	2,99	3,23	
Meta	3,49	3,09	2,82	2,75	2,16	2,66	1,96	1,97	1,92	1,70	
Matéria Orgânica	45,43	48,80	49,09	48,51	50,05	51,27	51,65	55,96	53,05	59,72	
Rejeitos	9,34	7,13	7,68	6,08	2,56	5,47	4,39	2,94	6,82	7,42	
Inerte	0,44	0.97	1,53	0,89	0,63	0,94	0,72	0,35	1,46	1,37	
Fo l ha	4,81	2,48	3,04	1,97	0,72	1,91	1,50	0,60	2,34	2,12	
Madeira	0.96	0,53	0,76	0,68	0,18	0,44	0,44	0,38	0,66	0,66	
Borracha	0,17	0,18	0,24	0,33	0,11	0,30	0,29	0,18	0,25	0,22	
Pano - Trapo	2,43	2,50	2,43	1,90	0,79 0,10	1,61	1,28	1,21	1,83	1.51	
Couro	0,26	0,16	1,71	0,21		0,18	0,10	0,18	0,26	0,27	
Osso	0,27	0,33	0,13	0,08	0,03	0,09	0,06	0,07	0,01	0,00	
Coco										1,27	
Vela/Parfina										0,01	
Total (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Peso Específico(Kg/m³)				168,15	186,1	198,47	169,02	150,81	154,44	153,6	
Teor de Umidade (%)								63,74	72,49	76,55	

Composição gravimétrica e parâmetros físicos da cidade do Rio de Janeiro (Anos 95 – 2004)

Fonte: COMLURB, 2011



Evolução da Composição Gravimétrica – Município do Rio de Janeiro Fonte: COMLURB, 2011.

Componentes (%	6)	1995	1996	1997	199 8	199 9	2000	2001	2002	2003	200 4	2005	2006	2007
Recicláveis		45,23	44,07	43,2	45,4	47,4	43,26	43,96	41,1	40,14	32,9	33,74	33,84	36,27
Reciciaveis		45,23	44,07	21,0	45,4	41,4	43,20	43,90	41,1	40, 14	32,9	33,14	33,04	30,21
	Papel/Papelão(1)	24,05	22,26	8	22,2	21,9	19,77	18,71	18,78	16,06	12,5	13,51	14,83	14,61
	Plástico (2)	15,07	15,09	16,1 1	16,8	19,9	17,61	19,77	17,61	19,17	15,4	15,34	14,69	17,17
	Vidro(3)	2,62	3,63	3,22	3,68	3,48	3,22	3,52	2,74	2,99	3,23	3,24	2,71	2,90
	Metal (4)	3,49	3,09	2,82	2,75	2,16	2,66	1,96	1,97	1,92	1,7	1,65	1,61	1,59
				49,0										
Matéria		45,43	48,8	9	48,5	50,1	51,27	51,65	55,96	53,05	59,7	60,74	61,35	58,13
Orgânica (5)														
Rejeitos		9,34	7,13	7,68	6,08	2,56	5,47	4,39	2,94	6,82	7,42	5,52	4,82	5,61
	Inerte total (6)	0,44	0,97	1,53	0,89	0,63	0,94	0,72	0,35	1,46	1,37	0,86	0,75	0,73
	Folha / flores	4,81	2,46	3,04	1,97	0,72	1,91	1,5	0,6	2,34	2,12	1,06	1,30	1,75
	Madeira	0,96	0,53	0,76	0,68	0,18	0,44	0,44	0,38	0,66	0,66	0,34	0,33	0,38
	Borracha	0,17	0,18	0,24	0,33	0,11	0,3	0,29	0,18	0,25	0,22	0,24	0,32	0,21
	Pano - Trapo	2,43	2,5	1,71	1,9	0,79	1,61	1,28	1,21	1,83	1,51	1,58	1,61	1,75
	Couro	0,26	0,16	0,27	0,21	0,1	0,18	0,1	0,15	0,26	0,27	0,22	0,07	0,21
	Osso	0,27	0,33	0,13	0,08	0,03	0,09	0,06	0,07	0,01	0	0,04	0,02	0,00
	Coco										1,27	1,17	0,41	0,58
	Vela / parafina										0,01	0,01	0,01	0,01
Total (%)		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
P. Específico (Kg	/m³)	203,58	194,79	164 67,0	168	186	198,5	169	150,8	154,4	154	148,4	144,93	144,54
Umidade (%)		64,54	70,2	2	63,7	63,1	62,91	60,89	63,74	72,49	76,6	50,45	56,86	65,22
Peso amostra t)													16,63	17,15

 $\label{lem:porte$

Variação da Composição Gravimétrica dos RSU – Município do Rio de Janeiro (entre 1995 e 2007) Fonte: COMLURB (2011)

^{(1) -} papel, papelão e tetra pack

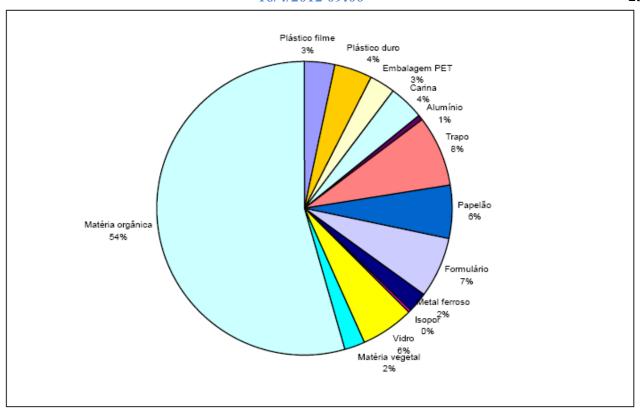
⁽²⁾ plástico duro, PET, filme

⁽³⁾ vidro caro e escuro

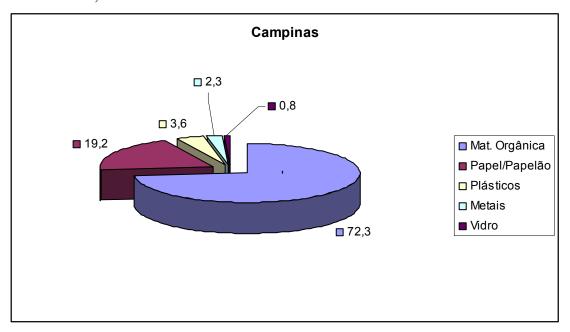
^{(4) -} metal ferroso e não ferroso

⁽⁵⁾ matéria orgânica putrescivel e agregado fino

^{(6) -} pedra, areia, louça e cerâmica



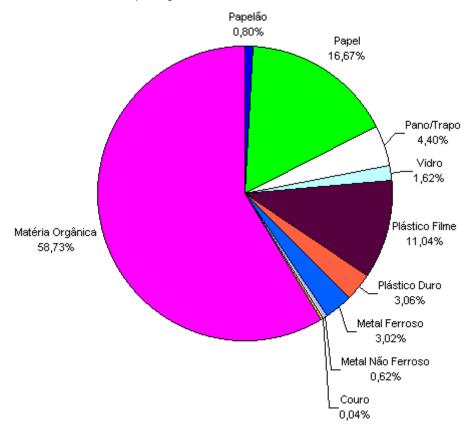
Composição Gravimétrica de RSU – Município de São Gonçalo – RJ Fonte: SILVEIRA, A.M.M.



Composição Gravimétrica de RSU – Município de Campinas – SP Fonte: CEMPRE, 2010.

Segundo o IBGE, o município de Juiz de Fora passou de **387.523** habitantes em 1991 para 456.796 no ano de 2000. Aproximadamente 99,87% desse total é considerada população urbana. O total de pobres declinou, no mesmo período, de 21,1% para 14,1%. É considerada pobre pelo IBGE, a população que percebe renda mensal inferior a 0,25 salário mínimo. A renda *percapita* média do município cresceu 34,58%, passando de R\$ 311,64 em 1991 para R\$ 419,40 em 2000.

Composição Média do Lixo de Juiz de Fora



Fonte: Departamento Municipal de Limpeza Urbana – DEMLURB.

PRODUÇÃO MÉDIA DE LIXO NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA

A quantidade média de lixo coletado diariamente em Juiz de Fora, segundo cada tipo, determinada a partir das pesagens realizadas em setembro de 2003, está apresentada no Quadro 2.1:

Quadro 2.1. Tipos e quantidades de RSU produzidos em Juiz de Fora.

Tipo de Resíduo	Quantidade coletada (ton./dia)				
Domiciliar	311,21				
Comercial	9,51				
Industrial	10,36				
Hospitalar	5,15				
Varrição	29,98				
Capina	94,31				
Seletiva	12,96				
Total	473,48				

Fonte: Departamento Municipal de Limpeza Urbana – DEMLURB.

II.5.2 - Peso Específico: (Kgf/m³)

É o peso específico nas condições em que ele se apresenta inicialmente, pronto para ser coletado, sem desprezar os vazios (sem compactação).

Peso Específico (Kgf / m³) =
$$\frac{\text{Peso da amostra (Kgf)}}{Volume \text{ do recipiente (m}^3)}$$

IMPORTÂNCIA:

• Determina a capacidade volumétrica dos meios de coleta, transporte e disposição final;

OBSERVAÇÕES:

- Há variação entre os bairros, cidades e países em consequência das mudanças de hábitos da sociedade, de novos produtos de consumo, poder aquisitivo e da evolução dos padrões de cultura;
- Avanço tecnológico (industrialização) e escassez dos recursos naturais têm diminuído o peso específico do lixo ⇒ produtos sintéticos (plásticos).

Evolução nos países industrializados:

 Início do século: entre 500 e 800 Kgf/m³. Atualmente: entre 150 e 300 Kgf/m³. 	PAÍSES INDUSTRIALIZADOS				
• No Brasil: ~ 200 Kgf/m ³ . BH ~ 180 Kgf/m ³ . (1991)					

II.5.3 - Contribuição "percapita": (kg/hab.dia)

Quantidade de lixo gerada por habitante num período de tempo especificado. Refere-se aos volumes efetivamente coletados e à população atendida.

IMPORTÂNCIA:

• Planejamento de todo o sistema de gerenciamento do lixo, principalmente com referência ao dimensionamento de instalações e de equipamentos.

OBSERVAÇÕES:

- Está diretamente ligada ao padrão de consumo;
- Varia de cidade para cidade, de bairro para bairro;
- No Brasil: contribuição percapita média: 0,4 a 0,8 kg/hab.dia.

ESTIMATIVAS DA QUANTIDADE DE LIXO GERADA

Objetivo: prognosticar a quantidade de lixo gerada no município.

Aspectos a considerar:

A – população do atual município (habitantes);

B – geração *percapita* de lixo (kg/hab.dia), obtida através por amostragem;

 C_0 – nível atual de coleta (%)

D – taxa de crescimento populacional (%);

E – taxa de incremento da geração *percapita* de lixo (%);

C_t – nível de coleta pretendido após n anos (%)

n – intervalo de tempo considerado (anos).

Estimativas:

Geração atual: $A^* B * C_0 (kg/dia);$ Geração futura: $\{ [A * (1 + D)^n] * [B * (1 + E)^n] * C_t \}$ (kg/dia).

II.5.4 - Teor de Umidade.

Representa a quantidade relativa de água contida na massa de lixo.

$$Umidade (\%) = \frac{a-b}{a} * 100$$

Onde: a = peso da amostra úmida (kg); b = peso da amostra após secagem (kg).

<u>IMPORTÂNCIA:</u>

• Na escolha da tecnologia de tratamento e para aquisição dos equipamentos de coleta; tem influência notável sobre o poder calorífico, na densidade, assim como na velocidade de decomposição biológica dos materiais biodegradáveis presentes na massa de lixo.

OBSERVAÇÕES:

- Varia de acordo com a composição do lixo, estação do ano e incidência de chuvas.
- No Brasil: teor de umidade médio é de 30 a 40%.

II.5.5 - Grau de Compactação:

Indica a redução de volume que pode sofrer a massa de lixo ao ser submetida à pressão equivalente a 4kgf/cm².

IMPORTÂNCIA:

• Determina a capacidade volumétrica dos meios de coleta e transporte e a vida útil do sítio de disposição final.

OBSERVAÇÕES:

• Normalmente o grau de compactação varia de 3 a 5 vezes o volume inicial.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.

II.5.6 - Teor de Materiais Combustíveis e Incombustíveis:

Quantidade de materiais que se prestam à incineração e quantidade de materiais inertes.

IMPORTÂNCIA:

• Juntamente com a umidade, informa, de maneira aproximada, sobre as propriedades de combustibilidade dos resíduos (incineração).

II.5.7 - Poder Calorífico:

É a quantidade de calor gerada pela combustão de 1 kg de lixo misto, e não somente dos materiais facilmente combustíveis.

IMPORTÂNCIA:

• Permite a avaliação para instalações de incineração.

OBSERVAÇÕES:

- Resíduo rico em componentes plásticos

 ⇒ alto poder calorífico;
- Resíduo rico em matéria orgânica ⇒ baixo poder calorífico;
- Resíduos domiciliares: Poder calorífico

 aproximadamente 1300 kcal/kg
- Resíduos hospitalares: Poder calorífico □ aproximadamente 5200 kcal/kg

II.5.8 - Composição Química:

Normalmente são analisados: N, P, K, S, C, relação C/N, pH e sólidos voláteis.

A relação Carbono/Nitrogênio (C/N) indica a degradabilidade e o grau de decomposição da matéria orgânica.

Quanto maior a relação C/N ⇒ maior o potencial de degradabilidade do lixo.

IMPORTÂNCIA:

• Definição da forma mais adequada de disposição final.

II.5.9 - Teor de Matéria Orgânica:

Quantidade de matéria orgânica contida no lixo.

Putrescível: verduras, alimentos, etc.

Não-putrescível: papel, papelão, etc.

IMPORTÂNCIA:

• Permite avaliação da utilização do processo de compostagem.

II.5.10 - Caracterização Bacteriológica:

É a indicação de microorganismos indicadores:

30 - coliformes - pesquisa de patogênicos estreptococos

- coliformes fecais - colônias

IMPORTÂNCIA:

• Determinação da qualidade bacteriológica dos RS, avaliando a presença de organismos

II.6) Como Caracterizar o Lixo:

É importante ressaltar que as características dos RS variam ao longo de seu percurso, desde a geração até o destino final.

Deve-se analisar através de levantamentos preliminares, o ponto do processo em que a amostra deve ser tomada:

Exemplos:

- Dimensionamento de frota ⇒ amostragem deve ser executada como o lixo se apresenta para a coleta, i.e., em suas condições naturais;
- Obtenção de parâmetro físico poder calorífico

 ⇒ amostragem pode ser executada após chegada dos caminhões ao Aterro Sanitário.

Aconselha-se que a caracterização do lixo seja executada sistematicamente por vários anos consecutivos devido aos aspectos de sazonalidade, climáticos, influências regionais, temporais, flutuações na economia, etc.

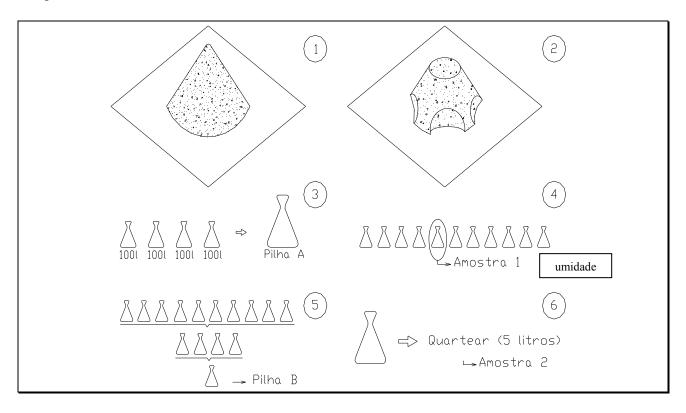
⊃ Amostragem e Preparação da Amostra:

A CETESB recomenda dois procedimentos de amostragem, de acordo com as análises a serem efetuadas (composição química ou física). Em tais procedimentos utiliza-se o processo de quarteamento.

O quarteamento é um processo de mistura pelo qual uma amostra bruta é dividida em quatro partes iguais (os quartis), sendo tomadas duas partes opostas entre si constituindo uma nova amostra, descartando-se as duas partes restantes. As partes não descartadas são misturadas totalmente e o processo de quarteamento é repetido até que se obtenha o volume desejado, cuidando-se para que sejam tomados quartis em posição oposta aos obtidos em etapa anterior.

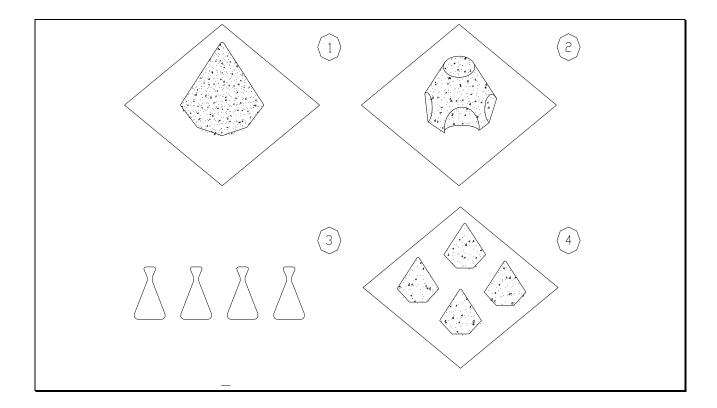
Procedimento para coleta de amostras para análise de composição química e parâmetros físico-químicos (C/N, C, N, P, K, S, umidade)

- 1. Descarregar o caminhão ou caminhões no local previamente escolhido (pátio pavimentado ou sobre lona);
- 2. Coletar, na pilha resultante da descarga, quatro amostras de 100 litros (~20kg) cada (utilizar tambores), três na base e laterais, e uma no topo da pilha inicial. Antes da coleta, proceder ao rompimento dos receptáculos (sacos plásticos, em geral) e homogeneizar o máximo possível os resíduos nas partes a serem amostradas. Ainda, considerar os materiais rígidos (latas, vidros, etc.). Caso a quantidade inicial de lixo seja pequena (menos que 1,5 toneladas), recomenda-se que todo o material seja utilizado como amostra;
- 3. Compor uma "pilha A" com o material amostrado, misturando e homogeneizando o máximo possível;
- 4. Formar onze pilhas secundárias, coletando-se porções dos locais os mais variados possíveis da pilha A. Rapidamente, retalhar os resíduos de uma pilha aleatória (ao abrigo do sol, chuva, vento e temperatura excessiva), descartando os materiais rígidos e, após homogeneização, coletar e acondicionar a *Amostra 1* (± 5 litros) em saco plástico, fechar hermeticamente, identificar e enviar para análise de umidade;
- 5. Concomitantemente, selecionar dentre as dez pilhas restantes, quatro pilhas representativas do resíduo coletado (aproximadamente 150 litros). Proceder separadamente para cada pilha: separar os materiais rígidos (pedras, vidro, latas, etc.) e, em seguida, retalhar os resíduos até partículas com diâmetro máximo de 2 cm; somente ao final do procedimento anterior formar a "pilha B", reunindo os resíduos retalhados. Homogeneizar;
- 6. Quartear a pilha B obtida no item 5 até que se obtenha 5 litros, formando a *Amostra 2*, a ser embalada, identificada e enviada para análise da composição química e parâmetros físico-químicos.



Procedimento para coleta de amostras para análise de composição física

- 1. Descarregar o caminhão ou caminhões no local previamente escolhido (pátio ou lona plástica);
- 2. Coletar, na pilha resultante da descarga, quatro amostras de 100 litros cada (utilizar tambores), três na base e laterais, e uma no topo da pilha inicial. Antes da coleta, proceder ao rompimento dos receptáculos (sacos plásticos, em geral) e homogeneizar o máximo possível os resíduos nas partes a serem amostradas. Ainda, considerar os materiais rígidos (latas, vidros, etc.). Caso a quantidade inicial de lixo seja pequena (menos que 1,5 toneladas), recomenda-se que todo o material seja utilizado como amostra;
- 3. Pesar os resíduos;
- 4. Dispor os resíduos sobre uma lona. Esse material constitui a **Amostra 3**, a ser utilizada para as análises da composição física dos resíduos.



OBSERVAÇÃO:

Amostra 1 – Utilizada para quantificar o teor de umidade;

Amostra 2 - Composição química e parâmetros físico-químicos;

Amostra 3 - Composição física (gravimetria).