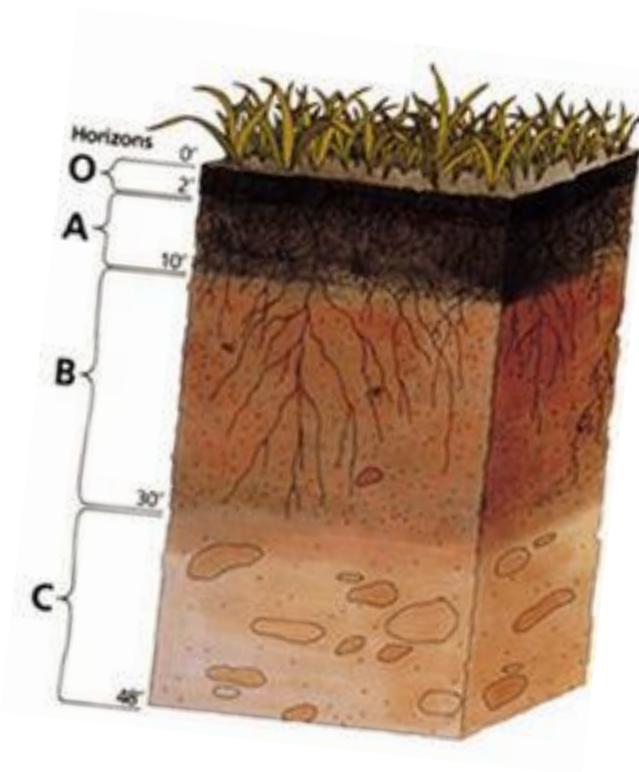


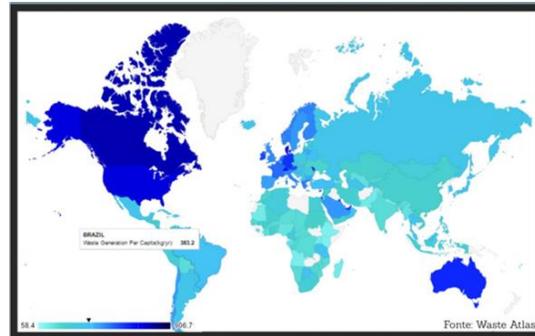
# SOLO

Poluição, Classificação e Gestão de Resíduos, Áreas Contaminadas



# Tópicos da Aula de Hoje

## Geração de Resíduos Sólidos per capita



## Poluição e Resíduos

## Resíduos Perigosos

Apresentam uma ou mais das seguintes características



Inflamabilidade



Corrosividade



Reatividade



Toxicidade



Patogenicidade



Mutagenicidade



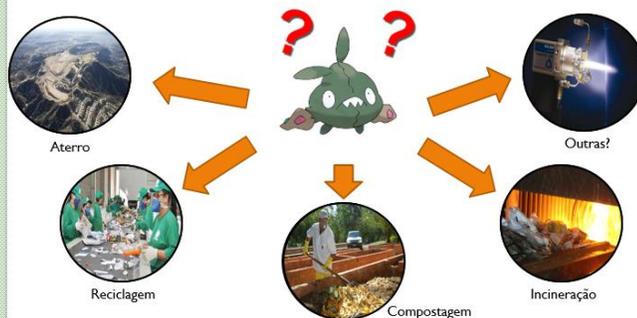
Teratogenicidade



Carcinogenicidade

## Classificação de Resíduos

## Destinação de Resíduos



## Formas de Destinação

## Poluição de Solo – Áreas Contaminadas



## Contaminação de Solos

# Poluição do Solo



Agricultura



Mineração



Resíduos



Material Radioativo

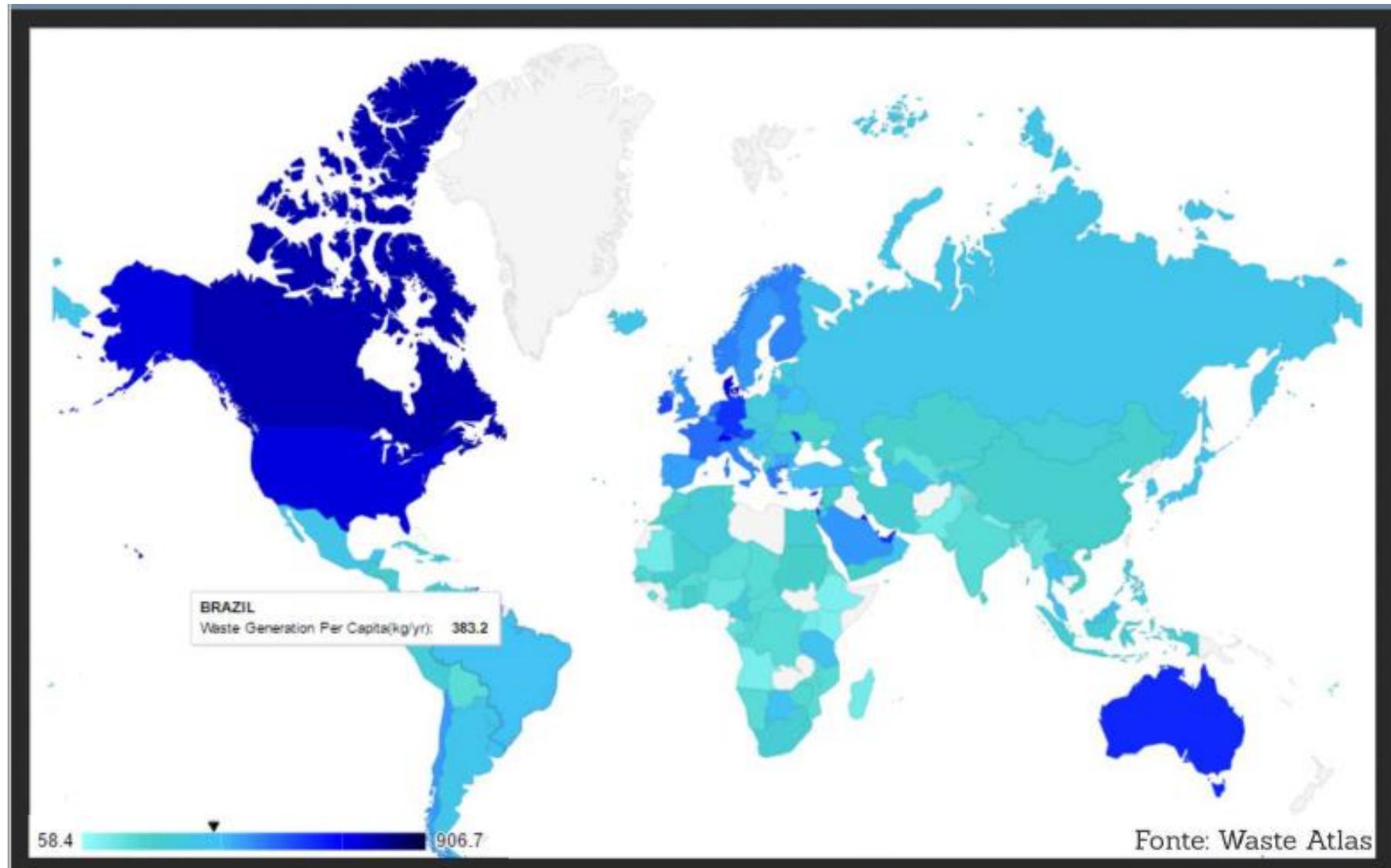


Chuva Ácida

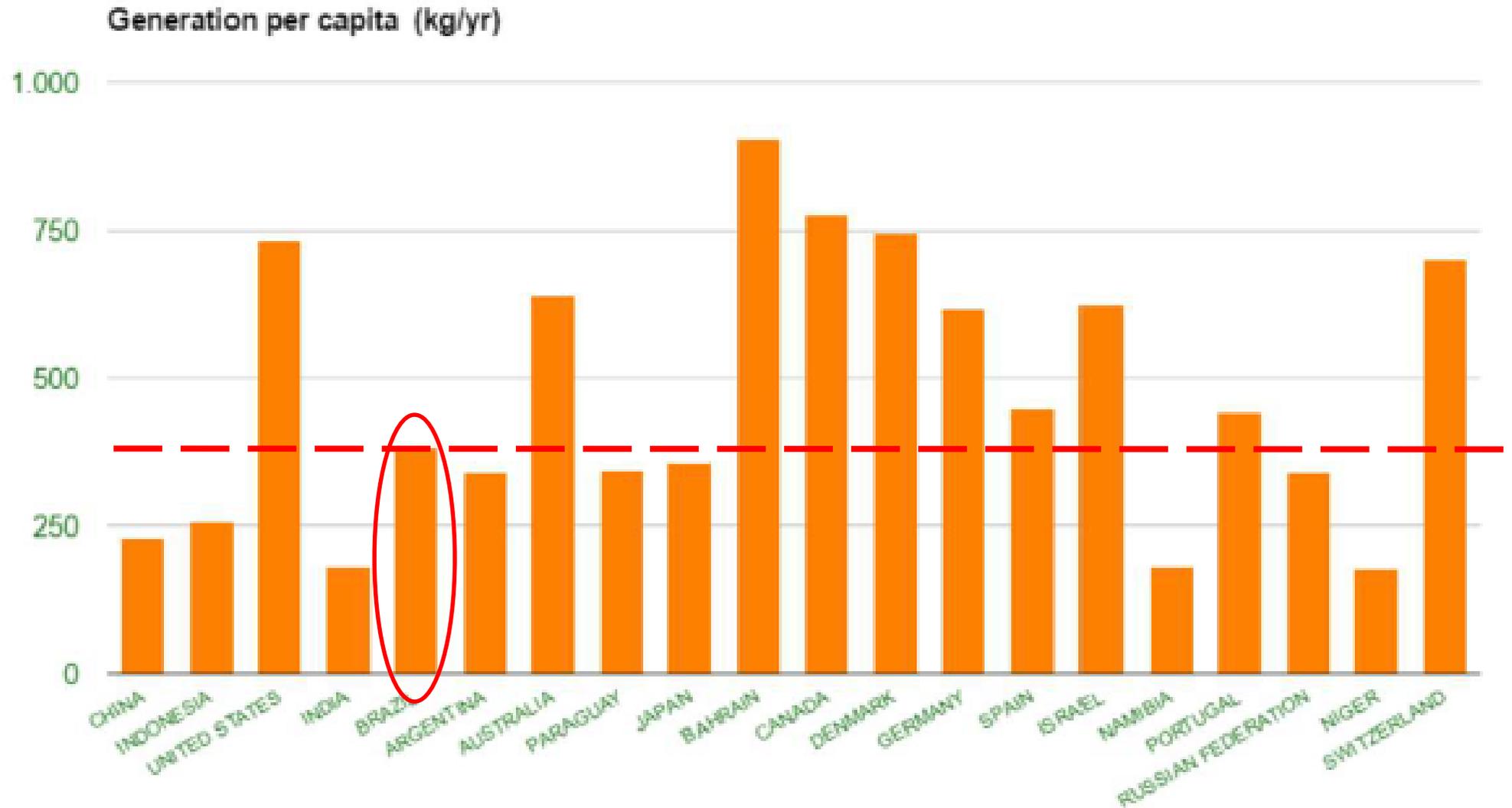


Combustíveis

# Geração de Resíduos Sólidos per capita



# Números



# Resíduos Sólidos

## Definição – Lei 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos

Resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

○ que fazer com os resíduos?



# O que fazer? Depende...

## Classificação de Resíduos – ABNT NBR 10.004

1º) É necessário saber se esse resíduos é perigoso

2º) – Se for perigoso, é classificado como “Classe I” e deve ser mandado a um aterro de resíduos perigosos  
– Se não for perigoso, é classificado como “Classe II”

Resíduos não perigosos podem, durante sua decomposição, liberar compostos com o tempo e causar contaminação. Dessa forma, é necessário avaliar o comportamento desse resíduo Classe II, antes de destiná-lo

3º) – Se o Resíduo Classe II apresentar perigo de lixiviar metais e outros compostos, ele é **Não Perigoso e Não Inerte (Resíduos II-A)** e deve ser destinado a aterro específico.

4º) – Se o Resíduo Classe II não apresentar perigo após longo prazo de exposição, ele é **Não Perigoso e Inerte** e pode ser destinado a um aterro sanitário.

# Resíduos Perigosos

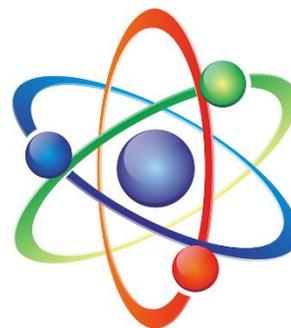
Apresentam uma ou mais das seguintes características



Inflamabilidade



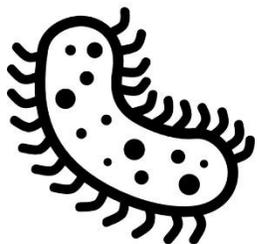
Corrosividade



Reatividade



Toxicidade



Patogenicidade



Mutagenicidade



Teratogenicidade



Carcinogenicidade

# Resíduos Perigosos

**Inflamabilidade:** Ponto de fulgor < 60°C, Compostos Oxidantes, Combustíveis.

**Corrosividade:** pH < 2 ou pH > 12,5 . Ácidos, bases, mesmo diluídos em água.

**Reatividade:** Instáveis, liberam vapores tóxicos, reagem violentamente com H<sub>2</sub>O, formam misturas explosivas.

**Toxicidade:** Persistentes, bioacumulativos, Dose Letal 50 oral < 50 mg/kg de massa corpórea; ex metais pesados.

**Patogenicidade:** Transmissão de doenças; ex: resíduos hospitalares

**Mutagenicidade:** Danos ao DNA na sua replicação – transmissível aos descendentes

**Teratogenicidade:** Riscos de deformidade ao feto

**Carcinogenicidade:** altera a replicação celular e expressão dos genes.

# Destinação de Resíduos



Aterro



Reciclagem



Compostagem



Outras?



Incineração

# Aterros



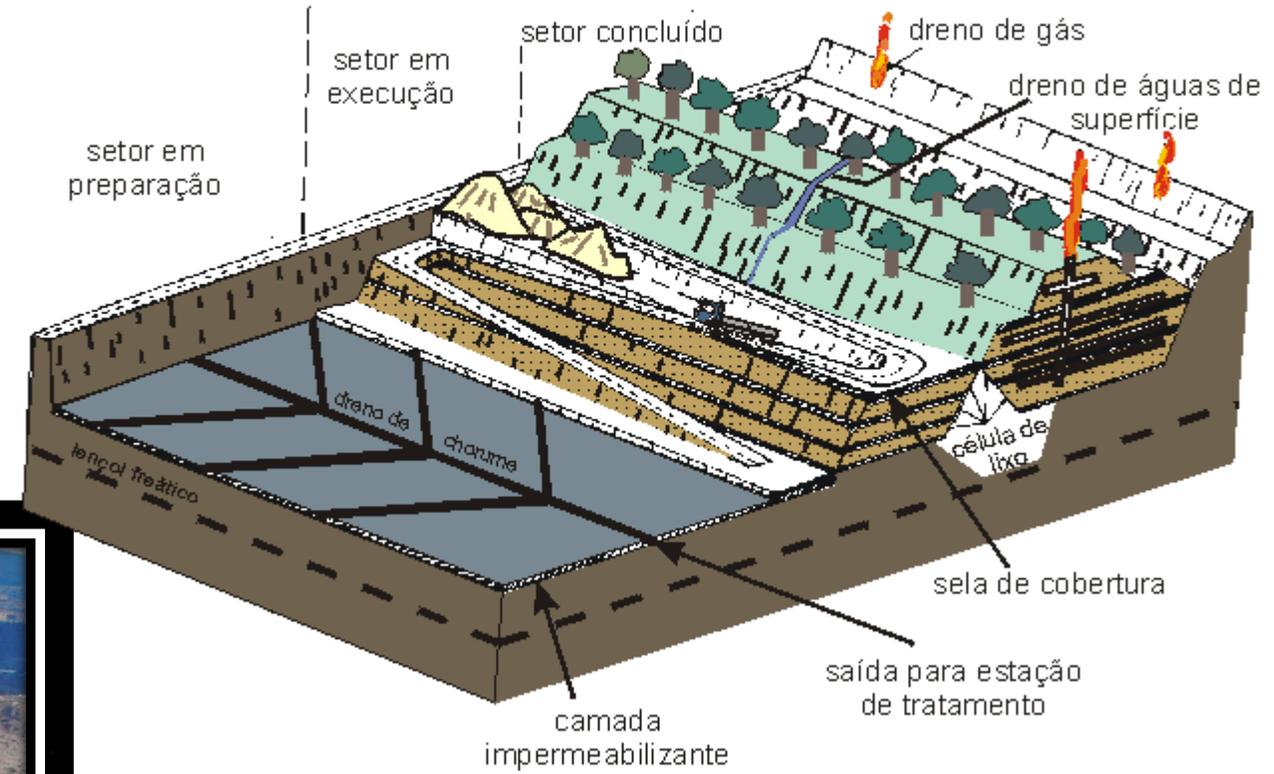
Comum



Controlado

# Aterro Sanitário

Aterro Bandeirantes - SP



Projeto de Aterro Sanitário

# Aterros

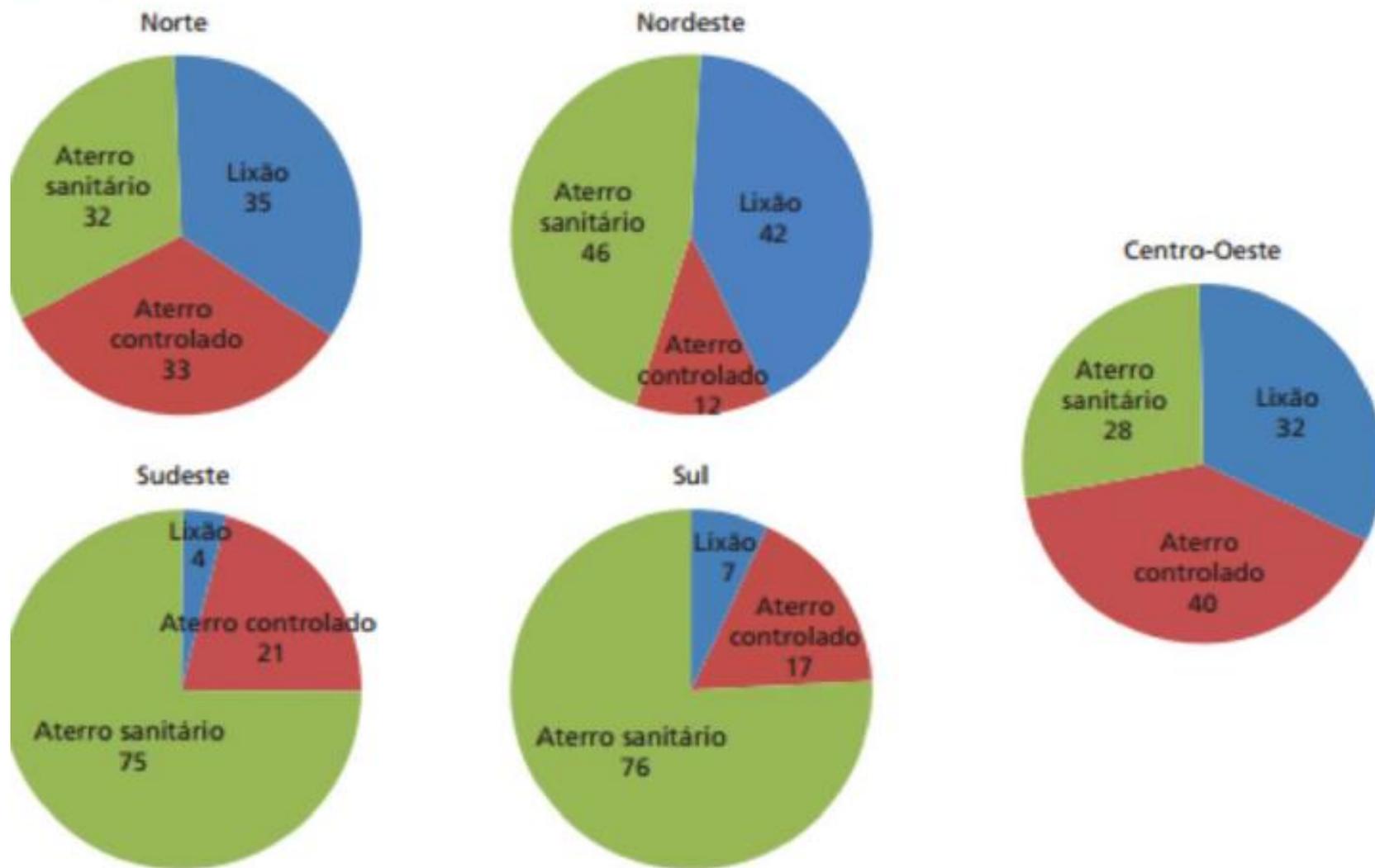
**“Aterro” Comum:** Também conhecidos como Lixões, os aterros comuns são terrenos desocupados que passaram a receber resíduos de forma não controlada. Não possuem nenhuma forma de revestimento no solo nem cobertura. **(50,8% dos municípios brasileiros)**

**Aterro Controlado:** Controlado apenas no nome. O aterro controlado não possui revestimento de proteção no solo. Trata-se de uma vala aberta na qual os resíduos são depositados até que seja preenchida. Depois a pilha é coberta com terra. Águas pluviais percolam sobre a pilha de resíduos enterrados, levando contaminação até o aquífero. **(22,5% dos municípios brasileiros)**

**Aterro Sanitário:** Forma ideal de controle de resíduos. O aterro sanitário é feito com base em projetos de geotecnia e fundações, de modo que as células de resíduos são acumuladas e cobertas diariamente, evitando vetores de doenças. Os acessos são controlados (evitando pessoas estranhas e animais). O solo é pouco permeável e revestido com uma manta geotêxtil impermeável. Há coleta do chorume (líquido de decomposição do lixo) e queima dos gases da decomposição (metano). **(27,7% dos municípios brasileiros)**

## Distribuição de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para disposição no solo nas macrorregiões do Brasil (2008)

(Em %)



Fonte: IPEA (2009)

# Aterros – O chorume

Percolado da decomposição dos resíduos e águas pluviais.

Sua composição é variável, podendo ter uma DBO de até 10.000 mg O<sub>2</sub>/L.

- Nos aterros comum e controlado pode contaminar o aquífero raso.
- Nos aterros sanitários, as células de resíduos são projetadas para que haja a coleta do chorume em um tanque. O chorume é enviado por caminhões até estações de tratamento de esgoto.

Em contrapartida, as estações de tratamento de esgoto mandam o lodo dos reatores biológicos para o aterro (após uma secagem mínima).



# Aterros – O gás

Gás Natural oriundo da decomposição de matéria orgânica.

Sua composição tem frações variáveis de  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e hidrocarbonetos.

- Nos aterros comum e controlado o gás vaza para a atmosfera.
- Nos aterros sanitários há a coleta dos gases e queima. Em alguns casos, o gás pode ser aproveitado para obtenção de energia.

A queima do metano libera  $\text{CO}_2$ , gás considerado menos “estufa” do que o metano.



# Aterros – Plano de Encerramento

Outra particularidade dos Aterros Sanitários é que o projeto prevê uma reabilitação da área depois de concluídas as atividades do Aterro.

O Aterro pode se tornar um parque de lazer, ou área de proteção. O chorume e os gases da decomposição continuam a ser coletados e tratados.

Devido à instabilidade das fundações (resíduos em decomposição), não é recomendada a construção de edificações com fundações profundas.

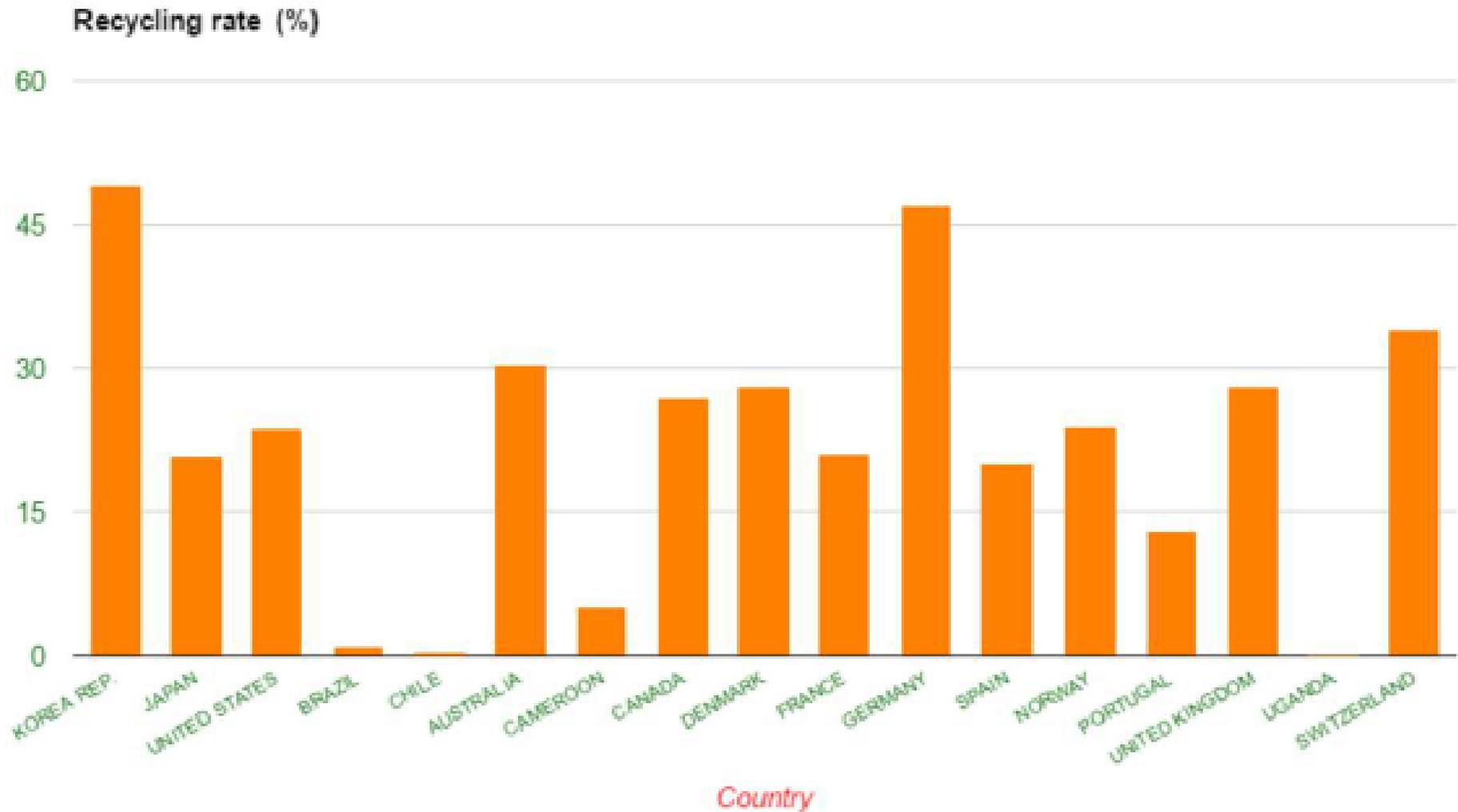


Spetacle Island (Boston-EUA)

(Aterro x Parque)

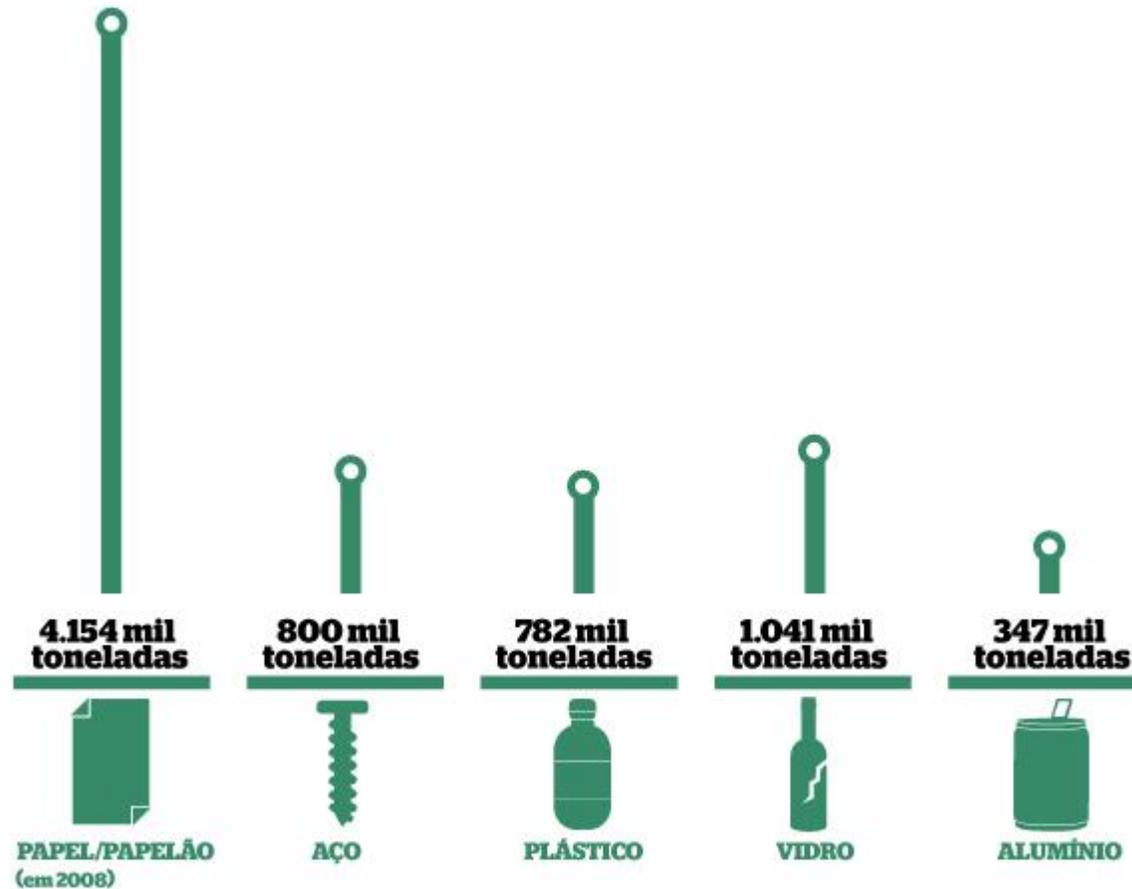


# Reciclagem



# Reciclagem

Quanto o Brasil separa de:



Fonte: elaborado a partir de Datasus (2011), ABAL (2011), ABRELPE (2010), DATASUS (2011), MME (2010a) e BRACELPA (2010)

Apesar dos avanços na área, o Brasil possui apenas 17% dos municípios oferecendo serviços de coleta seletiva

85% destes 17% estão nas regiões Sul e Sudeste

# Reciclagem

## Desafios:

- A separação manual é cara e demorada, porém tem o benefício da geração de empregos e renda.
- O aumento da escala dos serviços de reciclagem depende da consolidação de uma cadeia produtiva eficiente e dos preços dos recicláveis no mercado.



CEMPRE INFORMA NÚMERO 136 JULHO / AGOSTO

## MATERIAL RECICLÁVEL

### PREÇO DO MATERIAL RECICLÁVEL

	Papelão	Papel branco	Latas aço	Latas Alumínio	Vidros	Plástico rígido	PET	Plástico filme	Longa vida	Óleo Vegetal	Isopor
<b>Goiás</b>											
Goiânia	270PL	300L	230L	3000L	30	3000L	1550PL	400	-	-	-
<b>Minas Gerais</b>											
Ribeirão das Neves	400PL	800PL	350	3100PL	-	1800PL	2000PL	800P	-	-	-
<b>Rio de Janeiro</b>											
Rio de Janeiro	300PL	400PL	300PL	3100PL	200PL	900PL	1700PL	600PL	200PL	1,20 Litro	-
<b>São Paulo</b>											
Guarulú	320PL	250L	360L	2500L	100L	800PL	1550PL	1250PL	220PL	1,10 Litro	250
São Paulo	380PL	490L	350	3200PL	135L	1300P	1650PL	1000PL	290PL	1,00 Litro	-
<b>Mato Grosso</b>											
Várzea Grande	270PL	200P	220L	3200PL	-	600PL	1600PL	1000PL	250PL	-	-
<b>Pernambuco</b>											
Recife	260PL	300PL	-	2000PL	-	600PL	1100PL	800PL	-	-	-
<b>Paraná</b>											
Campo Largo	440PL	440L	270L	3000PL	70	1100PL	2200PL	650PL	220PL	0,70 Litro	-
<b>Rio Grande do Sul</b>											
Porto Alegre	450PL	420L	220L	2400PL	60	1150PL	1575PL	800PL	190PL	-	400PL

P = prensado L = limpo

\*preço da tonelada em real -

Estes preços de venda dos recicláveis são praticados por programas de coleta seletiva, sendo a informação de sua inteira responsabilidade. Atenção programas de coleta seletiva e cooperativas: para providenciarmos a publicação dos preços recicláveis, solicitamos o envio de cotações até o dia 15 de cada mês ímpar do ano (janeiro, março, maio, julho, setembro, novembro).

# Reciclagem

- A reciclagem não é um processo de P2, (prevenção à poluição), pois utiliza água, energia e químicos

- **Papel**

- limite para reciclagem de papel é de até 5 vezes

- Papel engordurado não pode ser reciclado

- mesmo vale para papéis higiênicos, papéis metalizados, celofane, carbono, etc

- 50 kg de papel reciclado equivalem à poupa de celulose de 1 eucalipto

- **Plástico**

- Não pode ser reciclado para compor embalagens que entrem em contato com alimentos

- A reciclagem evita a extração de petróleo, mas consome energia



# Reciclagem

## - Metais

Tempo médio de abandono de uma lata até sua coleta em SP: 1 min

Tempo de retorno de uma embalagem metálica da prateleira a prateleira: 28 dias

Em 2014 foram utilizadas 294,2 mil toneladas de latas e recicladas 289,5 mil (98,3%)

Reciclagem economiza energia e pode ser infinitamente reciclável

## - Vidro

Infinitamente reciclável

A energia para reciclar é quase a mesma para fazer um novo

1 kg de vidro reciclado = 1 kg de vidro novo (processo sem perdas)

Economiza matéria prima (sílica), que é amplamente disponível



# Compostagem

Degradação BIOLÓGICA de matéria orgânica em condições favorecidas.



# Compostagem

Degradação BIOLÓGICA de matéria orgânica em condições favorecidas.



Na prática...

- Problemas operacionais
- Requer a separação da matéria orgânica dos demais resíduos
- Em condições inadequadas pode gerar mal cheiro (processo se torna anaeróbio)
- Demanda uma extensa área
- Não é viável para grandes centros urbanos

Porém...

- Uma boa iniciativa individual

# Compostagem



# Compostagem

Números:

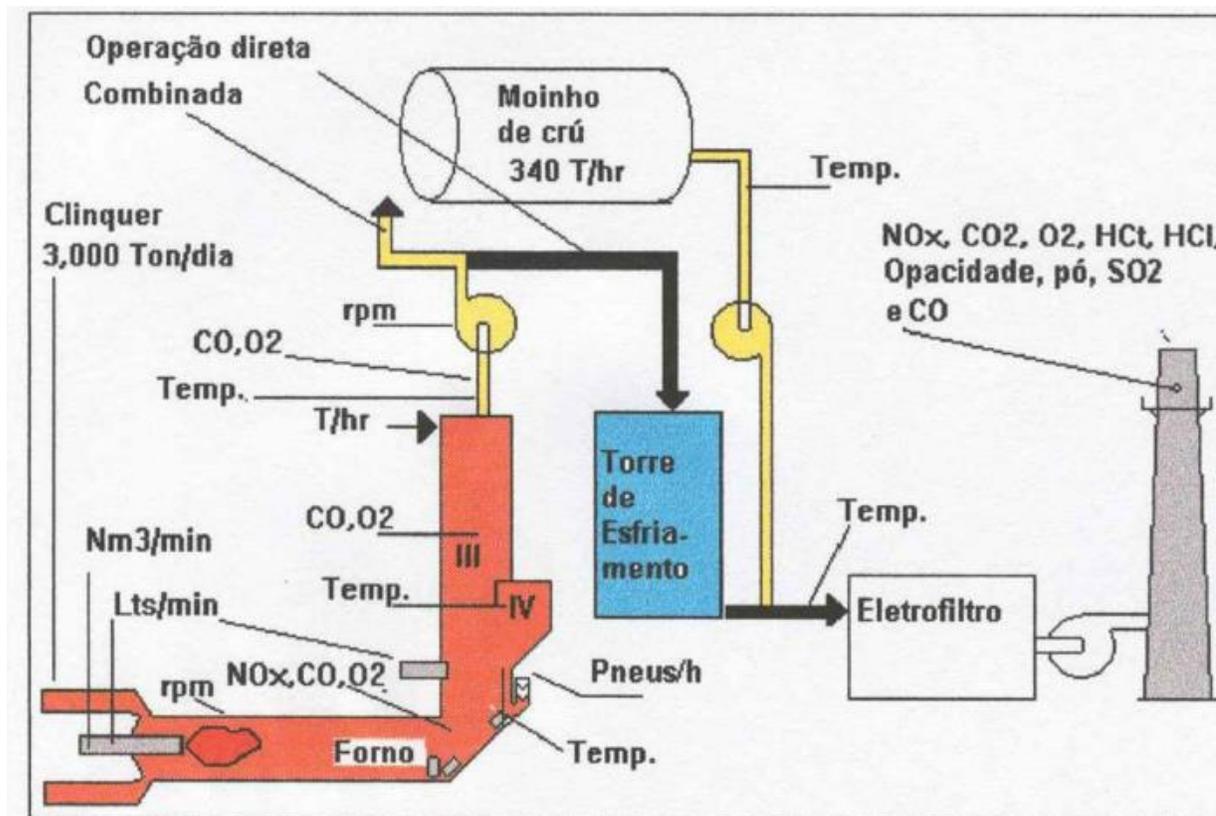
- Estimativa de geração de resíduos por habitante na cidade de SP: **1,2 kg/hab.dia**
- Fração de orgânicos: 60% = **0,72 kg/hab.dia**
- Total de habitantes: 11 milhões
- Total de orgânicos: 11 milhões  $\times$  0,72 = 7,92 milhões de kg = 7.920.000 kg = **7920 toneladas por dia**
- Massa específica aproximada = 1 ton/m<sup>3</sup>
- Volume ocupado pelo resíduo = 7920 m<sup>3</sup> (por dia)
- Altura máxima de uma leira = 2,0m
- Área ocupada = 3960 m<sup>2</sup> (por dia, todos os dias)
- Tempo médio de incubação = 100 dias
- Área total necessária = 396.000 m<sup>2</sup>

# Incineração

- Queima Controlada de resíduos (900 a 1000°C)
- Prática Controversa: benefício pelo aproveitamento energético, impactos ambientais causados por poluição
- Os resíduos domésticos tem baixo poder calorífico pois apresentam elevada umidade
- É uma alternativa aplicada para resíduos de serviço de saúde, devido à capacidade de esterilização
- Cuidado com a queima de alguns materiais (como plásticos), pois pode ocasionar a liberação de compostos tóxicos e cancerígenos (dioxinas e furanos); os equipamentos modernos controlam melhor esse problema
- Operam em espaços reduzidos, pois o volume final é reduzido a até 10% do volume que entrou

# Co-Incineração

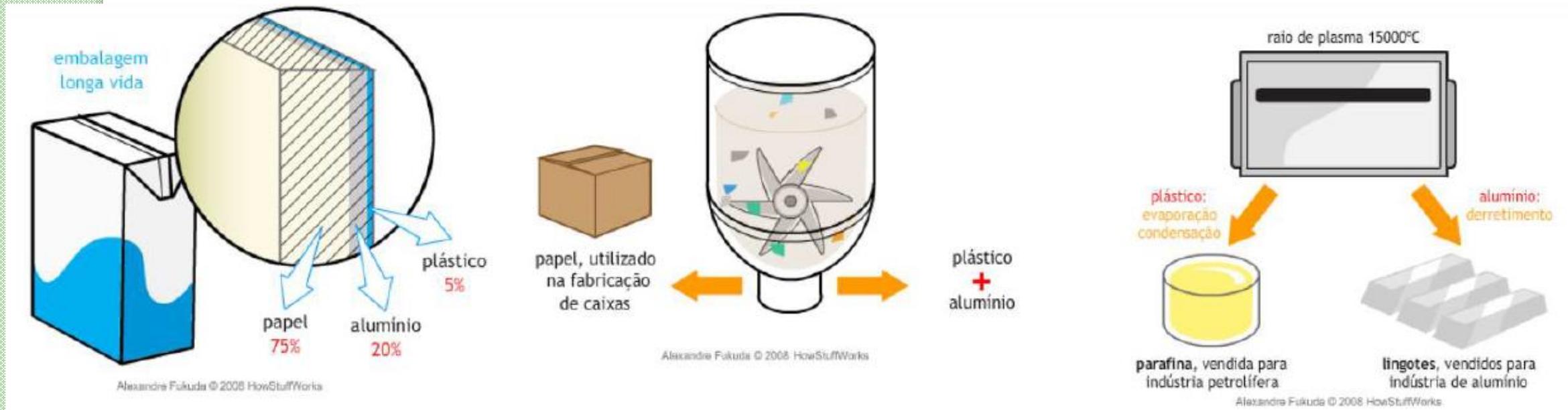
- Fornos de cimento podem atingir temperaturas de até 2000°C na chama do queimador principal e cerca de 1450°C no clínquer
- O resíduo deve ser seco (sem matéria orgânica). Ex comum: pneus



# Outros Métodos – Plasma Térmico

Gás parcialmente ionizado produzido a alta temperatura (15.000°C), o plasma é capaz de evaporar moléculas de carbono contidas em plásticos (condensando-as em parafina) e é capaz de derreter metais e recuperá-los posteriormente na forma de lingotes.

O processo vem sendo utilizado para reciclagem de embalagens longa vida, porém apresenta um custo relativamente alto comparado à destinação destas embalagens a um aterro.



# Poluição de Solo – Áreas Contaminadas

Áreas que foram abandonadas e que no passado abrigaram atividades com potencial de contaminação.

Exemplos: Indústrias Químicas, Postos de Combustíveis, Lavanderias Industriais.

Resíduos a céu aberto, ou enterrados.



# Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo

**AUTO POSTO VITAL BRASIL LTDA.**

AV DOUTOR VITAL BRASIL 959 - BUTANTÃ - SÃO PAULO

**Atividade**  indústria  comércio  posto de combustível  resíduo  acidentes  agricultura  desconhecida

**Coordenadas (m): fuso 23 DATUM SAD69 UTM\_E 325.078,02 UTM\_N 7.392.383,83**

**Classificação** contaminada sob investigação (ACI)  reutilização

**Etapas do gerenciamento**

- avaliação da ocorrência
- medidas para eliminação de vazamento
- investigação confirmatória
- investigação detalhada e plano de intervenção
- remediação com monitoramento da eficiência e eficácia
- monitoramento para encerramento

- avaliação preliminar
- investigação confirmatória
- investigação detalhada
- avaliação de risco
- plano de intervenção
- projeto de remediação
- remediação com monitoramento da eficiência e eficácia
- monitoramento para encerramento

**Fonte de contaminação**

- armazenagem  produção  manutenção  emissões atmosféricas  tratamento de efluentes
- descarte disposição  infiltração  acidentes  desconhecida

**Meios impactados**

Meio impactado	Propriedade	
	Dentro	Fora
solo superficial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
subsolo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
águas superficiais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
águas subterrâneas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sedimentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
biota	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- existência de fase livre
- existência de POPs

**Contaminantes**

- metais  fenóis
- outros inorgânicos  biocidas
- solventes halogenados  ftalatos
- solventes aromáticos  dioxinas e furanos
- solventes aromáticos halogenados  anilinas
- PAHs  radionuclídeos
- PCBs  microbiológicos
- metano  TPH
- combustíveis automotivos  outros
- outros vapores/gases

Em São Paulo  
 Cadastro da CETESB  
 5376 áreas em todo o estado

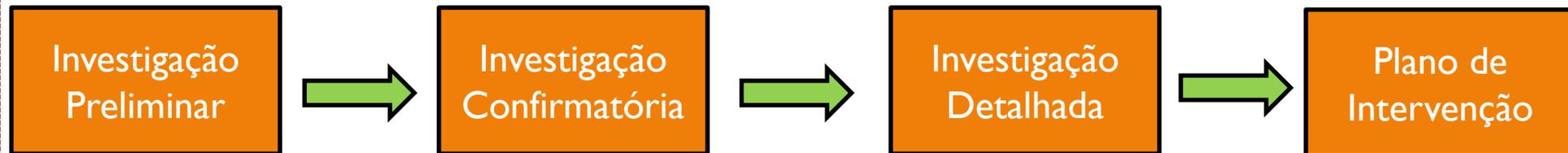
# Poluição de Solo – Áreas Contaminadas



# Investigação Ambiental

Como saber se uma área está contaminada ou não?

Atividades realizadas para verificar o histórico da área, as atividades envolvidas e seu potencial de contaminação de solo e de águas subterrâneas



# Investigação Ambiental (CONAMA 430)

**Investigação (ou Avaliação) Preliminar:** objetivo de verificar o histórico da área. Quem foram os donos nos últimos 50 anos? Existem imagens de satélite antigas que mostram a ocupação do lote? Existem vizinhos como indústrias e postos de combustíveis que podem contaminar a área? É uma etapa baseada em levantamento de dados, visitas de campo e entrevistas com moradores locais

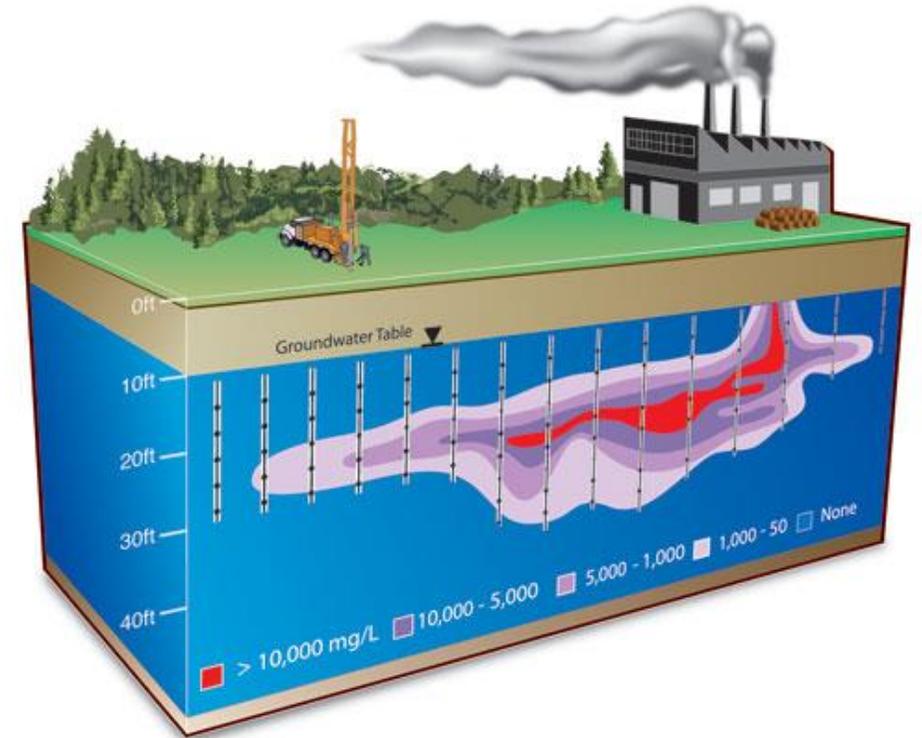
**Investigação Confirmatória:** Em caso de suspeita de contaminação, devem ser instalados poços de monitoramento em regiões estratégicas do terreno para coletar amostras de solo e de água subterrânea e mandar para análises laboratoriais. O objetivo é confirmar se as suspeitas levantadas na etapa anterior tem algum fundamento

**Investigação Detalhada:** Em caso de confirmação de contaminação, é necessário saber de onde veio (se a fonte está dentro ou fora da área) e até onde se estendem os limites da contaminação. São feitas novas sondagens e novas análises laboratoriais. O resultado é um mapa de distribuição espacial da concentração de contaminantes (chamado de pluma de contaminação)

**Plano de Intervenção:** Uma vez conhecidos os limites da área, o proprietário estabelece quais medidas de engenharia (estruturais e não estruturais) devem ser tomadas para remediar a contaminação e não expor os indivíduos a riscos toxicológicos.

# Investigação Ambiental

## Plumas de contaminação em 2D e 3D



# Contaminação de Solo

Caso seja verificada contaminação de solo, o que deve ser feito?

- 1) Verificar quais os limites desta contaminação (pluma de contaminantes em solo). Deve ser feita uma delimitação para cada contaminante detectado.
- 2) O solo pode ser tratado *in-situ* (no local), *ex-situ* (fora do local), ou destinado como resíduo
- 3) Tratamentos *in-situ* incluem oxidação química por injeção (oxidantes são injetados em camadas de solo)
- 4) Caso seja transportado para tratamento *ex-situ* ou destinado como resíduo, o solo afetado deve ser caracterizado de acordo com a NBR 10.001. O solo é classificado como resíduo perigoso, não-perigoso inerte ou não-perigoso não inerte. A periculosidade define o local de destino e a segurança associada ao transporte
- 5) Caso o solo seja tratado fora da área (por incineração, por exemplo), o mesmo deve ser novamente analisado antes de ser descartado
- 6) O buraco de onde o solo saiu pode ser recoberto, mediante aprovação do órgão ambiental, com um solo não contaminado de origem conhecida