

# Aula 8

## RESÍDUOS PERIGOSOS

### **META**

- Apresentar os resíduos perigosos e sua classificação;
- Apresentar o lixo doméstico e sua composição;
- Apresentar as frações formadas com a deposição do lixo nos aterros sanitários;
- Apresentar o funcionamento de um aterro sanitário.

### **OBJETIVOS**

- Ao final desta aula, o aluno deverá:
  - Definir e classificação dos resíduos perigosos;
  - Definir a composição do lixo doméstico;
- Conhecer as frações formadas com a deposição do lixo nos aterros sanitários;
- Entender o funcionamento de um aterro sanitário.

### **PRÉ-REQUISITOS**

Oitenta créditos cursados.

**Carlos Alexandre Borges Garcia**  
**Elisangela de Andrade Passos**

# INTRODUÇÃO

Na aula anterior foram apresentados os compartimentos que formam o ambiente aquático. A definição, formação e importância dos sedimentos foram abordadas durante a aula. Ainda foi apresentada a amostragem de sedimentos, algumas técnicas de como avaliar a toxicidade desse compartimento e ainda demonstrada a importância da legislação que orienta acerca da disposição de sedimento a ser dragado.

Nesta aula serão definidos e classificados os resíduos perigosos. Além disso, foi definido o lixo doméstico e apresentado sua composição. Ainda serão abordadas as duas frações geradas na decomposição do lixo e apresentado o funcionamento de um aterro sanitário.

Ao final desta aula, você deverá compreender a definição e classificação dos resíduos perigosos e o problema gerado com a disposição errada do lixo doméstico. Por fim, será capaz de entender a importância do bom funcionamento de um aterro sanitário.

## DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

Os resíduos perigosos são aqueles que contêm constituintes que apresentam risco para o ambiente, especialmente para os seres vivos. Estes são classificados em resíduos inflamáveis, resíduos reativos, resíduos corrosivos e resíduos radioativos.

O resíduo inflamável é substância que queima rápido e facilmente. A inflamabilidade de um líquido é medida do seu ponto de ignição, ou seja, a menor temperatura na qual o vapor do líquido inflama-se quando exposto a uma chama. Resíduos inflamáveis podem ser classificados em líquido inflamável e líquido combustível.

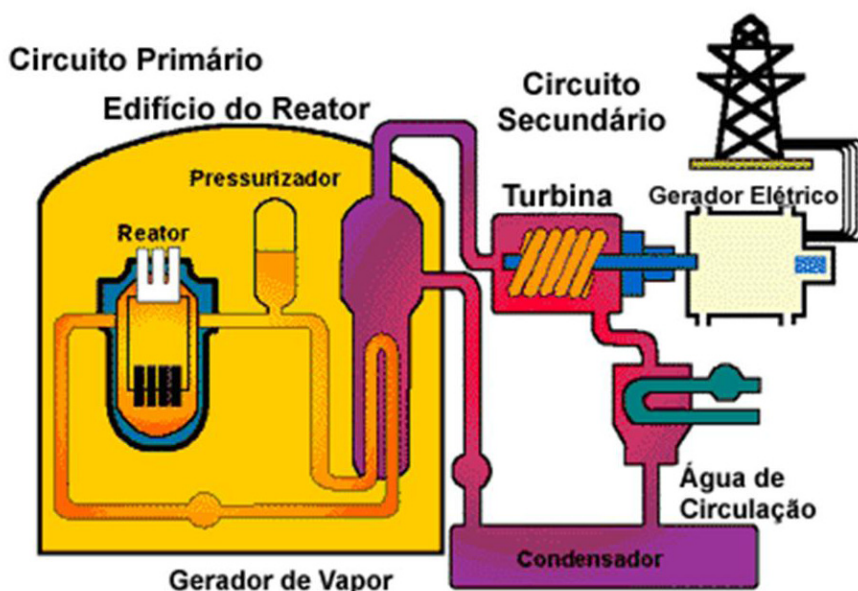
O líquido inflamável tem ponto de ignição inferior a 60,5°C. São exemplos os líquidos pirofóricos (inflamar-se espontaneamente no ar) e a hidrazina ( $N_2H_4$ ), que tem odor desagradável e é usado como fabricação de espuma e fabricação de foguete. Os líquidos combustíveis têm ponto de ignição entre 60,5°C e 93,3°C, ou seja, se inflamam com menos facilidade do que os inflamáveis.

Os resíduos reativos são aqueles que experimentam reações violentas, não necessitam de outro material para reagir, a própria molécula tem grupos oxidantes e redutores que reagem entre si exotermicamente. São exemplos a trinitrotolueno (TNT) e nitroglicerina, as substâncias que reagem violentamente com água (metais alcalinos) e as substâncias que reagem com água ou soluções ácidas ou básicas desprendendo gases venenosos (cianeto de hidrogênio e sulfeto de hidrogênio).

Os resíduos corrosivos são substâncias que provocam a deterioração dos materiais com os quais entram em contato, podem atacar tecidos vivos

(desidratantes além de oxidantes). São exemplos  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ . As substâncias oxidantes perigosas são substâncias que podem substituir o  $\text{O}_2$  e manter a combustão: são exemplos o  $\text{O}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  (óxido nitroso); halogênios na forma elementar:  $\text{F}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ; nitratos:  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ; cloratos:  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{ClO}_4$ ;  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  e  $\text{KMnO}_4$ .

Resíduos radioativos são aqueles que emitem radiação. A principal introdução desse tipo de resíduos são as usinas nucleares que possuem reatores capazes de produzir a radiação. Numa usina nuclear o reator produz calor que vai aquecer na caldeira a água, gerando vapor para a turbina, e esta turbina, por sua vez, moverá o gerador que produz a energia elétrica para cerca de 500 mil pessoas, como observado na Figura.



Funcionamento de usina nuclear.

Fonte: [http://www.inb.gov.br/inb/webforms/Interna2.aspx?secao\\_id=78](http://www.inb.gov.br/inb/webforms/Interna2.aspx?secao_id=78)

Acessado em 09/01/2012

## ESTUDOS DE CASOS

O desastre radioativo ocorrido em Goiânia em 1987: uma cápsula de céσιο abandonada no Instituto Goiano de Radioterapia foi recolhida por dois catadores. A peça foi rompida a marretadas e vendida a um ferro-velho. Atraídos pelo brilho azul do material, moradores de Goiânia levaram pedaços da peça para casa. 60 pessoas perderam a vidas das mais de 6 mil que foram expostas na época. Esse desastre foi inspiração para o filme **Césio 137 – O brilho da morte** (Figura a seguir).



Cartaz do filme Césio 137 – O brilho da morte.

Fonte: <http://comentandoagora.wordpress.com/2010/05/01/cesio-137-o-brilho-da-morte/>  
Acessado em 09/01/2012

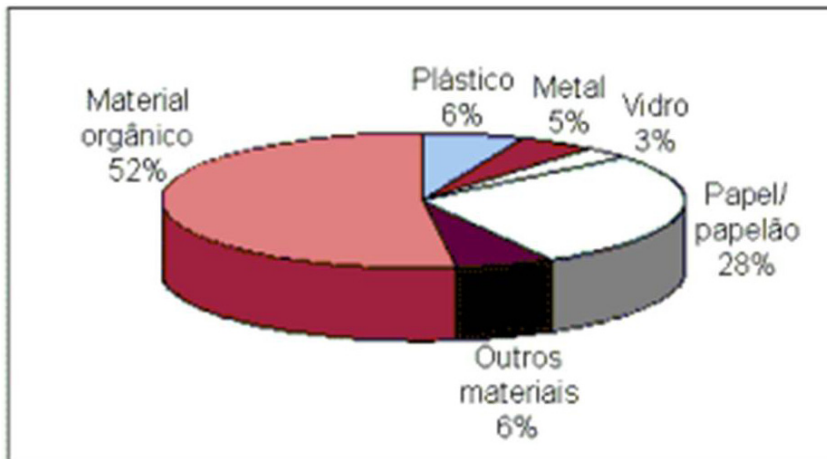
O Japão foi surpreendido por uma das maiores catástrofes naturais de sua história, senão a maior. Um terremoto e um *tsunami* que ocorreram em março de 2011 arrasaram parte do país e, em conseqüência, usinas nucleares foram abaladas, tendo já sido constatado vazamento nuclear. A fonte da água altamente radioativa vazou para o oceano da usina nuclear *Fukushima Daiichi*. Segunda a *Dow Jones*, a água contaminada se espalhou por uma área bastante ampla. Análise feita pela agência seguradora da usina detectaram na água do mar, o dobro do nível admissível de iodo radioativo acerca de 40 quilômetros ao sul da usina.

## LIXO DOMÉSTICO E ATERROS SANITÁRIOS

Grande parte do que é descartado não é perigoso, corresponde ao lixo doméstico ou resíduos sólidos. São exemplos os entulhos de construção e demolição; resíduo gerado pelo setor comercial e industrial e, lixo doméstico. Não estão sendo considerados os resíduos de mineração petróleo, atividades agrícolas, etc.

O lixo descartado pela sociedade urbana é uma mistura complexa e de natureza muito diversa. Seus principais constituintes são material orgânico (resto de alimentos e de material vegetal); papel, vidro, metais e plásticos.

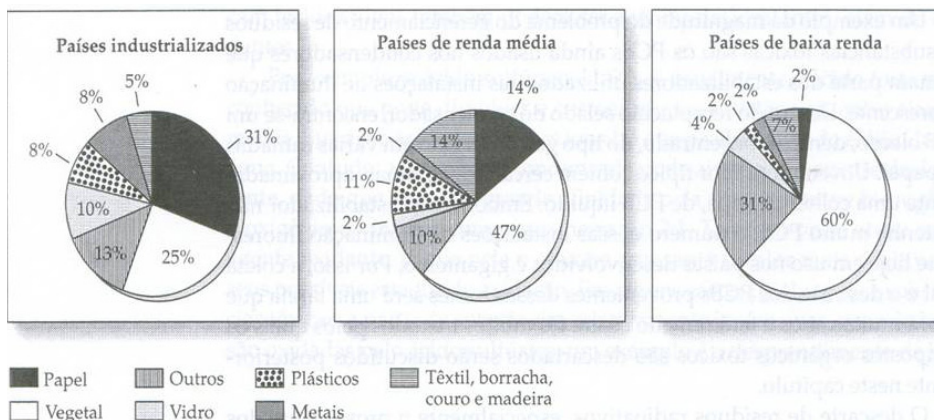
A percentagem de cada um desses constituintes é variável e depende do nível de desenvolvimento da sociedade local (Figura).



Distribuição do lixo doméstico. Baird (2002)

Muito do material que é descartado no lixo, tem valor em termos de conteúdo de nutrientes, conteúdo energético ou como recurso a ser reciclado e reutilizado.

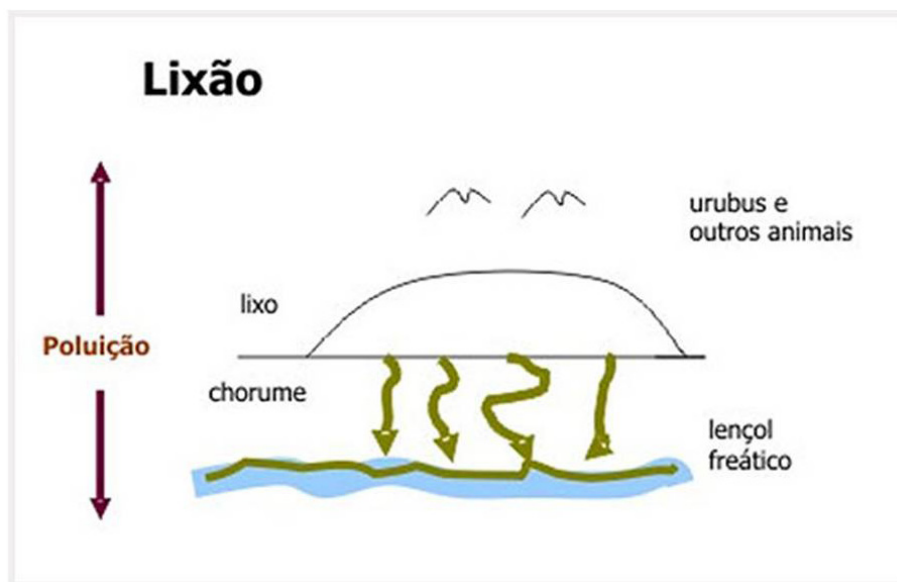
A composição do lixo depende da renda da população, ou seja, em função do nível de desenvolvimento como mostra a Figura abaixo.



Distribuição do lixo doméstico de acordo com a renda. Baird (2002)

## DECOMPOSIÇÃO DO LIXO NO ATERRO SANITÁRIO

Na decomposição do lixo no aterro sanitário temos duas frações: a fração líquida (chorume) e fração gasosa (metano), como podem ser visto na Figura.



Esquema de um lixão.

Fonte: [http://www.lixo.com.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=144&Itemid=251](http://www.lixo.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=144&Itemid=251)  
Acessado em 09/01/2012

A formação do chorume ocorre a partir da decomposição do lixo no aterro sanitário. Inicialmente é decomposto (degradado) aerobicamente (na presença de oxigênio) e depois via anaeróbia (sem oxigênio) e após meses ou ano, a água das chuvas mais o líquido do próprio lixo e as águas subterrâneas que se infiltram no aterro, produzem um líquido chamado de chorume.

O chorume, em geral, contém ácidos orgânicos, bactérias, metais pesados e alguns constituintes inorgânicos, comuns como cálcio e magnésio. Este precisa ser contido, não pode vazar pelas paredes e fundo do aterro nem transbordar para não contaminar o solo, águas subterrâneas e superficiais. Em resumo, precisa ser coletado com frequência e tratado para posterior descarte.

A fração gasosa é formada no processo de degradação, inicialmente contendo ácidos carboxílicos e ésteres voláteis, responsáveis pelo cheiro doce e enjoativo que emana do aterro. Em seguida, forma-se o gás metano que é liberado para atmosfera ou que é queimado em respirios a medida que é liberado, podendo também ser aproveitado como fonte energética.



A sua simples liberação na atmosfera não é desejável, pois ele é um dos contribuintes para o efeito estufa.

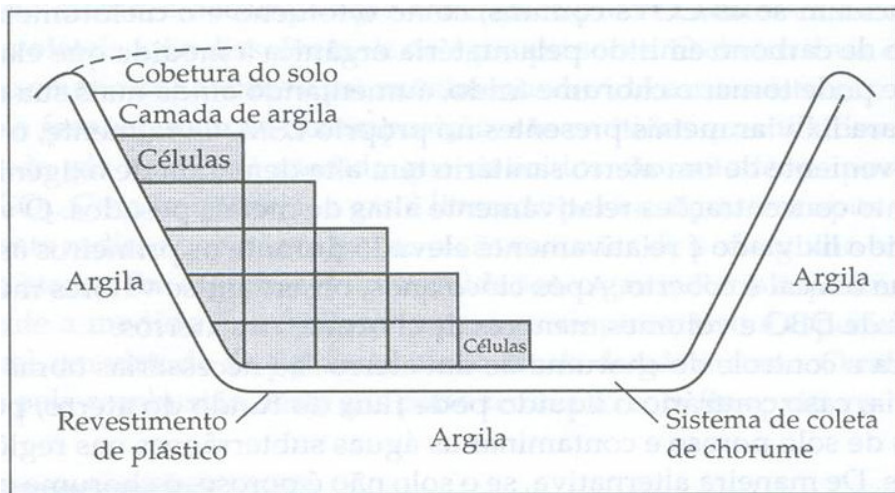
## PROBLEMA AMBIENTAL

O chorume é o maior problema ambiental associado à operação e gerenciamento de aterros sanitários, por causa da considerável poluição que pode causar em contato com o solo, águas superficiais e subterrâneas.

O problema surge quando o aterro opera sem uma adequada impermeabilização das paredes e fundo e sem um eficiente sistema de coleta e tratamento do chorume antes da sua destinação final.

## IMPERMEABILIZAÇÃO DE ATERROS

Tradicionalmente, para impermeabilização de aterros usa-se argila natural compactada, como apresentado na Figura.



Esquema de revestimento de um aterro sanitário. Baird (2002)

Este tipo de revestimento, algumas vezes, não se mostrou eficiente, apresentando vazamentos em consequência da existência de fraturas naturais e macro poros. A literatura especializada tem mostrado que argilas naturais retêm menos que 95 % do líquido e isso é insuficiente para garantir a qualidade da água dos aquíferos da região – é necessário conter pelo menos 99 % do chorume.

Os revestimentos sintéticos, que também são usados, tanto a base de polímeros lineares (ex. polietileno de alta densidade) como de argilas artificiais têm apresentado uma retenção entre 70 e 95 %.

Esse tipo de revestido vem sendo empregado em aterro sanitário, como pode ser visto na Figura 7. Neste tipo de aterro a fração líquida (chorume) é tratada por uma estação de tratamento de efluente (ETE) e a fração gasosa (metano) é captada e queimada. Esse aterro não agride o meio ambiente, pois não emite gases estufas, não tem aves sobrevoando e não contamina o lençol freático.



Esquema de um aterro sanitário controlado.

Fonte: [http://www.lixo.com.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=144&Itemid=251](http://www.lixo.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=144&Itemid=251)  
Acessado em 09/01/2012

## CONCLUSÃO

Nessa sessão foram apresentados e classificados os resíduos perigosos. Em seguida foi abordado o problema urbano causado pelos lixões. Na decomposição do lixo é formado o chorume. Este pode contaminar os mananciais e até mesmo os lençóis freáticos. O funcionamento de um aterro sanitário, com as suas duas frações sendo tratadas foi também apresentado. A fração líquida (chorume) é tratado por uma ETE e o metano (fração gasosa) é queimado.





## RESUMO

Os resíduos perigosos são aqueles que contêm constituintes que apresentam risco para o ambiente, especialmente para os seres vivos. Estes são classificados em resíduos inflamáveis, resíduos reativos, resíduos corrosivos e resíduos radioativos. Grande parte do que é descartado não é perigoso, corresponde ao lixo doméstico ou resíduos sólidos. São exemplos: os entulhos de construção e demolição; resíduo gerado pelo setor comercial e industrial; lixo doméstico. O lixo descartado pela sociedade urbana é uma mistura complexa e de natureza muito diversa. Tais como, material orgânico (resto de alimentos e de material vegetal); papel, vidro, metais e plásticos. Na decomposição do lixo no aterro sanitário temos duas frações: a fração líquida (chorume) e fração gasosa (metano). O chorume é o maior problema ambiental associado à operação e gerenciamento de aterros sanitários, por causa da considerável poluição que pode causar em contato com o solo, águas superficiais e subterrâneas. Atualmente, vem sendo empregado argila natural compactada para impermeabilização de aterros ou mesmo revestimentos sintéticos. Com a impermeabilização é necessário conter pelo menos 99% do chorume.



## ATIVIDADES

A maior parte do lixo brasileiro é descartada em lixões ao céu aberto. Comente essa informação.

### COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

Atualmente, o lixo urbano vem sendo jogado sem nenhum controle na grande maioria das cidades brasileiras. Em Aracaju não é diferente. A cidade vem passando por problemas na destinação correta do seu lixo. Já há alguns anos vem sendo abordado o problema nos meios de comunicações locais. A maior parte do lixo gerado na cidade é disposta sem tratamento num lixão localizado no Bairro Santa Maria (antiga Terra Dura). Muito do que é jogado nos lixões deveria ter um tratamento prévio como, por exemplo, o lixo hospitalar. Não é difícil ao trafegar por um lixão, você se deparar por agulhas ou mesmo restos de material cirúrgico. Esse tipo de lixo é considerado muito perigoso principalmente pelo risco de contaminação na proliferação de doenças.



### AUTO-AVALIAÇÃO

Consigo definir e classificar os resíduos perigosos?

Sou capaz de definir a composição do lixo doméstico?

Consigo conhecer as frações formadas com a deposição do lixo nos aterros sanitários?

Sinto-me capaz de entender o funcionamento de um aterro sanitário?



### PRÓXIMA AULA

Na próxima aula iremos abordar acerca de Metais potencialmente tóxicos.

### REFERÊNCIAS

BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2ª ed. Porto Alegre, Bookman, 2002.

ROCHA, J.C.; ROSA, A.H.; CARDOSO, A.A. **Introdução à Química Ambiental**. 1ª ed. Porto Alegre, Bookman, 2004.

MANAHAN, S.E., **Fundamentals of Environmental Chemistry**, 2ª ed. Florida: Lewis Publishers, 2001