

Biologia

PROFESSOR FLÁVIO LANDIM



ASSUNTOS DA AULA.

Clique no assunto desejado e seja direcionado para o tema.

- Poluição química
- Eutrofização
- Poluição biológica
- Lixo
- Coleta seletiva de lixo
- 3R e 5R

POLUIÇÃO

Poluição ambiental é a alteração desfavorável do meio pelos subprodutos e resíduos da atividade humana. Esta tem consequências negativas sobre a vida do homem bem como de todo ecossistema, ao eliminar organismos do mesmo ou torná-lo inadequado para a maneira normal de vida de sua comunidade.

A poluição pode ser **física**, **química** ou **biológica**.

POLUIÇÃO FÍSICA

A **poluição física** pode ocorrer por efeitos de alteração de temperatura de meios aquáticos, pelo excesso de partículas impedindo a transparência da água ou pela ação de substâncias radioativas nos ambientes naturais.

POLUIÇÃO SONORA E VISUAL

A vida nas grandes cidades tem suas vantagens, mas também acarreta problemas. A exposição frequente a barulhos, que caracteriza a **poluição sonora**, leva à irritação e à insônia, que por sua vez pode levar ao estresse, diminuindo a qualidade de vida para os habitantes do ambiente urbano. Sons acima de 90 decibéis de intensidade podem causar um certo desconforto. Sons acima de 110 decibéis podem levar à destruição dos cílios da cóclea, as estruturas responsáveis pela percepção dos sons, podendo ocasionar surdez em vários graus. Para algumas atividades profissionais, o uso de abafadores sonoros se faz essencial. Em alguns países, há leis que exigem a fixação de cartazes alertando para o risco de surdez em ambientes como boates. Imagine no Brasil o tamanho dos cartazes que teriam que ser afixados em trios elétricos no Carnaval...

A **poluição visual** também diminui a qualidade de vida. Convenhamos, quem não gosta de apreciar ambientes agradáveis? Além disso, há um aspecto econômico a ser levado em consideração: a poluição visual prejudica o turismo, uma das mais importantes fontes de renda para várias localidades.

POLUIÇÃO TÉRMICA EM AMBIENTES AQUÁTICOS

Muitas indústrias usam água para o resfriamento de máquinas. Por exemplo, usinas nucleares despejam a água de arrefecimento dos reatores nucleares, que impede o derretimento nos mesmos, direta-

mente em ecossistemas aquáticos. Isso **eleva a temperatura da água do mesmo**. Ocorre que **quanto maior a temperatura da água, menor a solubilidade do oxigênio** nela. Resultado, com o aumento da temperatura, **diminui o teor de oxigênio na água**, ocasionando a **morte por asfixia** da maioria dos animais aquáticos como os peixes.

No Brasil, eventualmente ocorrem episódios onde a indústria canavieira lança em rios o **vinhoto** ou **vinhaça**, que é um resíduo pastoso, malcheiroso e quente derivado da produção de álcool a partir da cana de açúcar, sendo que, além da elevada temperatura levando à diminuição do teor de oxigênio na água, o vinhoto também leva à eutrofização, como será mostrado à frente. Por ser rico em nutrientes, o vinhoto pode ser usado como fertilizante agrícola.

POLUIÇÃO POR PARTÍCULAS EM AMBIENTES AQUÁTICOS

O **excesso de partículas de poeira** na água **bloqueia a passagem da luz**, dificultando a atividade de fotossíntese dos produtores e trazendo prejuízos a todos os níveis tróficos.

POLUIÇÃO POR SUBSTÂNCIAS RADIOATIVAS

Substâncias radioativas liberadas no ar, solo ou água emitem radiação que pode provocar efeitos como **queimaduras** e uma forma grave de anemia, a **anemia aplástica**. Além disso, a radiação pode levar a várias formas de **mutações e câncer**. Uma vez que mutações nas células germinativas podem ser hereditariamente transmitidas, o efeito da radioatividade sobre uma família pode persistir por várias gerações.

A contaminação radioativa pode ocorrer através de **explosões nucleares** e **vazamentos radioativos**.

Em maio de 1945, acabou a Segunda Guerra Mundial na Europa, com a rendição do exército alemão. Entretanto, a guerra continuou no Pacífico entre aliados e japoneses. Numa decisão extremamente polêmica para acabar com a Guerra, no dia 6 de agosto de 1945, foi lançada uma bomba atômica sobre a cidade japonesa de **Hiroshima**. Três dias depois, no dia 9 de agosto, uma segunda bomba foi lançada sobre a cidade de **Nagasaki**. O saldo das duas bombas foi de cerca de 110 mil mortes imediatas, além da morte lenta da população próxima com o envenenamento radioativo. Até hoje, descendentes dos sobreviventes manifestam problemas genéticos advindos de mutações relacionadas às altas doses de radioatividade.

Em 25 de abril de 1986, um erro humano levou a uma explosão que destruiu um dos quatro reatores nucleares da usina de **Chernobyl**, na Ucrânia, que na época fazia parte da União Soviética. A nuvem radioativa se espalhou por toda a Ucrânia e pelo leste da Europa, levando a inúmeros casos de envenenamento radioativo e cânceres como leucemia. A economia da região foi seriamente prejudicada, uma vez que alimentos produzidos na área não mais podiam ser consumidos devido aos altos índices de radiação. Até hoje há regiões estéreis nas proximidades do local do acidente.

Em 13 de setembro de 1987, um aparelho de radioterapia foi abandonado em um ferro-velho em **Goiânia** e encontrado por sucateiros, que o abriram. No centro do aparelho havia uma cápsula contendo uma substância que gera radiação em altas doses, a ponto de matar tumores cancerosos. Esta substância era o **césio-137** (Cs-137). Os sucateiros ficaram impressionados com o brilho azul do material desconhecido por eles, e o puseram em contato direto com pele, face, língua e outras partes do corpo, bem como levaram o material para mostrar a amigos e famílias. Várias pessoas tiveram intoxicação radioativa, caracterizada no caso do Cs-137 por náuseas, vômitos, tonturas, diarreias, queimaduras radioativas que levam à formação de bolhas bastante dolorosas, que culminam muitas vezes com a morte dos tecidos. Quatro das pessoas contaminadas morreram. A responsabilidade foi toda do hospital que abandonou a cápsula, uma vez que lixo atômico não pode ser simplesmente despejado em qualquer lugar.

Mais recentemente, em Fukushima, no Japão, em 2011, um violento tsunami acabou levando a uma falha em uma usina nuclear que acabou culminando no derretimento de alguns dos reatores da usina, com ao conseqüentemente vazamento de radiação. Apesar do grande impacto ambiental, atribui-se apenas uma morte ao acidente, a qual se deu devido a um câncer pela exposição à radiação.

A radiação leva anos para se dissipar do meio, e a única maneira de controlar seus efeitos é pelo isolamento do ambiente afetado. Daí a preocupação com o **lixo atômico** produzido como resíduo da atividade de usinas nucleares. Este deve ser guardado em recipientes de chumbo, que bloqueia a passagem de radiação, e isolado o máximo possível do contato com ecossistema e humanos. O problema é que a radiação, como já afirmado, demora anos para se dissipar, e os reservatórios de lixo atômico estão quase lotados no mundo todo. Um outro problema para a humanidade nos próximos anos...

Elementos radioativos, com o estrôncio-90 (Sr-90), podem entrar nos organismos da mesma maneira que o cálcio, acumulando-se em ossos e provocando formas de câncer como em ossos e medula óssea vermelha (leucemia). Já o **iodo-131** (I-131) ataca a tireoide,

órgão normalmente envolvido metabolismo desse elemento, que está presente na composição dos hormônios tireoidianos T3 e T4, podendo causar câncer de tireoide.

INVERSÃO TÉRMICA

Os raios ultravioleta (UV) do sol, ao refletirem no solo, voltam com um comprimento de onda diferente, passando a raios infravermelho (IV), equivalentes a calor. Esse calor se irradia a partir do solo, aquecendo a atmosfera das altitudes mais baixas para as mais elevadas (o que justifica a diminuição da temperatura atmosférica com o aumento da altitude), sendo o calor retido na atmosfera por gases como gás carbônico, metano, vapor de água, óxidos de nitrogênio e CFCs. Essa retenção de calor pela atmosfera, conhecida como efeito estufa, e é fundamental para a manutenção da temperatura global. Assim, normalmente, o ar fica mais frio à medida que aumenta a altitude, sendo de maior temperatura próximo ao solo e progressivamente mais frio à medida que dele se afasta. Isso permite, em condições normais, que esse ar quente de próximo da superfície, mais leve, se eleve e afaste, junto com ele, os poluentes de áreas próximas ao solo, em contato com as pessoas.

No **inverno**, entretanto, a menor intensidade de radiação solar, aliada ao **acúmulo de poluentes** (partículas de poeira) que dificultam ainda mais a passagem dessa radiação solar, impede o aquecimento do ar próximo ao solo, num fenômeno conhecido como inversão térmica. Ao contrário do normal, do ar ser mais quente próximo ao solo e mais frio distante dele, a inversão térmica faz com que o ar próximo ao solo e abaixo da camada de poeira fique frio, o ar acima da camada de poeira fique quente (uma vez que a reflexão dos raios UV em IV ocorre a partir dessa poeira), e em altitudes maiores, o ar fique frio. Isso impede que ar quente (acima da camada de partículas) leve os poluentes para altitudes distantes do solo, ficando os poluentes em áreas próximas ao solo, em contato com as pessoas, aumentando a incidência de doenças respiratórias, num fenômeno denominado de **Inversão Térmica**.

POLUIÇÃO QUÍMICA

Podem-se diferenciar duas formas de **poluição química**: a **poluição qualitativa** e a **poluição quantitativa**.

A **poluição qualitativa** se dá quando há a poluição por substâncias não encontradas comumente nos ecossistemas naturais, como metais pesados e DDT, sendo que qualquer quantidade dessas substâncias será poluente.

A **poluição quantitativa** é quando há a poluição por substâncias comumente encontradas nos ecossistemas naturais sendo que essas só agem como poluente quando em concentrações muito superiores àquelas encontradas regularmente no meio ambiente. É o caso de esgotos domésticos, constituído por restos de matéria orgânica, e do gás carbônico já existente na atmosfera.

POLUIÇÃO QUÍMICA DO AR POR GASES

Vários gases podem ter ação poluente, como **gás carbônico, metano, monóxido de carbono, ozônio, CFC, óxidos de nitrogênio e óxidos de enxofre**, sendo que alguns estão normalmente presentes nos ecossistemas e outros somente aparecem por ação antrópica, tendo sido já discutidos nos capítulos relativos aos ciclos biogeoquímicos.

POLUIÇÃO QUÍMICA DO AR POR PARTÍCULAS

Algumas partículas de poeira podem causar sérias doenças no ser humano, como a **silica**, liberada em regiões de escavações de poços ou minas ou em pedreiras, podendo provocar **silicose**, e o **amianto (ou asbesto)**, usado em pastilhas de freios de automóveis, na produção de telhas e caixas d'água e em revestimentos anti-incêndio em construções, podendo causar asbestose, sendo ambas **doenças de depósito** relacionadas aos **lisossomos** e discutidas nos capítulos relativos a organelas citoplasmáticas.

POLUIÇÃO QUÍMICA DE ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS

Dentre os principais poluentes qualitativos dessas áreas são os **metais pesados**, como o **mercúrio, chumbo e cádmio**, os **detergentes**, os **inseticidas**, o **petróleo** e os **esgotos domésticos**.

Mercúrio

O **mercúrio (Hg)** é liberado nas áreas de mineração às margens de rios, onde é utilizado para a separação do ouro e do cascalho. No processo, o mercúrio dissolve o ouro preso no cascalho, sendo que, posteriormente, elimina-se o cascalho e, finalmente, por aquecimento, o mercúrio evapora e o ouro permanece. Além disso, é utilizado pela indústria de papel, tintas, pesticidas, fungicidas, termômetros, lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias etc. O mercúrio é também liberado por esgotos de consultórios dentários, uma vez que é utilizado nas restaurações dentárias à base de amálgama.

Na forma inorgânica, o mercúrio é praticamente inofensivo, por ser pouco absorvido pelo organismo. Quando associado a compostos orgânicos, na forma principalmente de **metil-mercúrio**, passa a ser bastante neurotóxico.

A intoxicação por mercúrio pode ser direta, por água contaminada, ou indireta, por alimentos contaminados, e recebe a denominação de **hidroargirismo** ou **Mal de Minamata** e pode provocar lesões nervosas, cegueira, surdez, lesões intestinais, lesões renais e lesões hepáticas. O termo Mal de Minamata diz respeito a um grande desastre ecológico por hidroargirismo que atingiu a cidade japonesa de Minamata e levou à morte de milhares de pessoas.

As lesões neurológicas promovidas pelo hidroargirismo levam à demência, que acabava sendo comum em chapeleiros, os quais usavam vapor de mercúrio para endurecer o tecido usado na produção de cartolas. O personagem Chapeleiro Maluco no livro "Alice no País das Maravilhas" de Lewis Carroll foi provavelmente criado com base na alta prevalência de demência em chapeleiros do século XIX.

Chumbo

O chumbo (Pb) é liberado pela queima do aditivo antidetonante chumbo-tetraetila, mas também pode aparecer como resíduos dos chumbos utilizados como pesos em redes de pesca, ou ainda a partir de indústrias produtoras de tintas, pilhas, baterias, inseticidas, etc. A intoxicação se chama saturnismo ou plumbismo e provoca lesões nervosas, com aparecimento de demência, com confusão mental e perda de coordenação motora.

Poluição por Inseticidas

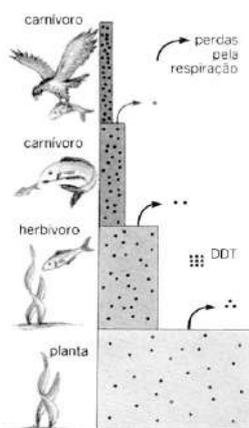
Os **inseticidas** são comumente utilizados para controlar pragas de insetos que destroem lavouras e reduzem a produção agrícola. Há dois tipos principais de inseticidas: os **organofosforados** e os **organoclorados**.

Inseticidas Organofosforados, como o malathion, são biodegradáveis, porém muito tóxicos, inclusive para o homem.

Inseticidas Organoclorados, como o DDT, são pouco tóxicos, porém não são biodegradáveis e apresentam efeito acumulativo nas cadeias alimentares.

BIOMAGNIFICAÇÃO OU MAGNIFICAÇÃO TRÓFICA OU BIOACUMULAÇÃO

Substâncias não biodegradáveis, como metais pesados e inseticidas organoclorados não são degradados nos tecidos vivos, se acumulando em quantidade constante em todos os níveis tróficos. No entanto, como os níveis tróficos mais superiores têm biomassa menor, aumenta-se a concentração dessas substâncias não biodegradáveis nos níveis tróficos superiores, ou seja, no topo das cadeias alimentares, num fenômeno denominado **biomagnificação ou magnificação trófica ou bioacumulação**.



Os organoclorados como o DDT (dicloro-difeniltricloroetano) se acumulam nos tecidos, principalmente no tecido adiposo. Com o efeito cumulativo da magnificação trófica, se acumula no topo da cadeia alimentar, podendo causar lesões hepáticas, como cirrose e câncer, além de lesões e renais. Aves que se alimentam em áreas de ampla concentração de DDT têm ovos com casca muito fina, havendo, pois, uma alta mortalidade dos filhotes.

Alguns autores diferenciam biomagnificação ou magnificação trófica de bioacumulação. Nesse caso, a **biomagnificação ou magnificação trófica** seria o aumento da concentração de substâncias não biodegradáveis ao longo das cadeias alimentares, com concentrações maiores no topo das cadeias alimentares, enquanto a **bioacumulação** seria o acúmulo de substâncias não biodegradáveis num indivíduo ao longo do tempo, com concentrações maiores em indivíduos mais velhos.



Biomagnificação ou magnificação trófica.



Bioacumulação.

POLUIÇÃO DA ÁGUA POR DETERGENTES

Detergentes aparecem em rios como despejos de esgotos, formando estruturas conhecidas como **nuvens de detergentes ou espumas**, sendo tóxicos por promoverem a dissolução das membranas celulares e removerem as camadas de lipídios que impermeabilizam o revestimento de vários tipos de animais. Até pouco tempo atrás, eram não biodegradáveis, acumulando-se nos ecossistemas por anos. Atualmente, os detergentes são biodegradáveis, reduzindo o impacto ambiental negativo sobre os ecossistemas naturais.

POLUIÇÃO DA ÁGUA POR PETRÓLEO: MARÉ NEGRA

Apesar de não ser naturalmente encontrado em ecossistemas, o **petróleo** é um composto **biodegradável**. Assim, em pequenas quantidades ele é eliminado do meio sem problemas por organismos decompositores. Acidentes envolvendo vazamentos em plataformas petrolíferas e oleodutos, bem como o naufrágio de grandes navios petroleiros, entretanto, podem levar ao derramamento de grandes quantidades de petróleo em ecossistemas aquáticos, com sérias consequências aos ecossistemas aquáticos e costeiros, num episódio conhecido como **maré negra**.

Com o esgotamento das jazidas de petróleo de mais fácil acesso, nos últimos anos tem se intensificado a exploração de petróleo em águas profundas, em operações que aumentam o risco de acidentes. Em 2010, por exemplo, um acidente em uma plataforma petrolífera de exploração em águas profundas no Golfo do México levou ao vazamento de enormes quantidades de petróleo, num dos maiores desastres ecológicos já

registrados.

Alguns efeitos nocivos do petróleo em ecossistemas naturais são discutidos a seguir:

- Em ambientes aquáticos, o petróleo menos denso que a água cria uma película que recobre a água e, com isso, **impede a penetração de luz, impedindo a realização de fotossíntese por parte das algas**, base para as cadeias alimentares aquáticas; assim, o prejuízo é para toda a teia alimentar no ambiente afetado, inclusive para os organismos que não entram em contato direto com o petróleo.

- Em contato com a pele, o petróleo **remove a camada de lipídios que recobre as penas de aves (produzidos pelas glândulas uropígeas) e os pelos dos mamíferos (produzidos pelas glândulas sebáceas)**; assim, ocorre **perda de impermeabilização de penas e pelos**, com consequente absorção de água em ambientes aquáticos e risco de **morte por afogamento, e perda de proteção térmica**, com consequente risco de **morte por hipotermia**.

- A **temperatura do petróleo sob o sol pode se tornar muito elevada, matando microorganismos** e causando **queimaduras, e hipertermia**, em animais como aves e mamíferos.

- Quando ingerido, o **petróleo pode causar intoxicação direta**, afetando **tubo digestivo, fígado, rins e sistema nervoso** de organismos animais.

- Quando aderido a **estruturas respiratórias**, como **brânquias ou narinas**, o **petróleo pode levar à asfixia direta**.

- Por ser biodegradável, o petróleo pode ser **degradado aerobicamente** por **bactérias decompositoras** nos ecossistemas naturais; no caso de grandes derramamentos, entretanto, a **proliferação dessas bactérias aumenta o consumo**

de oxigênio da água, o que leva à diminuição nos teores de oxigênio dissolvido na mesma, com conseqüente **morte por asfixia** de seres aquáticos aeróbicos, num processo de **eutrofização**.

Para solucionar a remoção do petróleo de ecossistemas naturais afetados por acidentes envolvendo derramamento, algumas providências podem ser tomadas:

- O **uso de barreiras mecânicas** de contenção para evitar o alastramento de manchas de petróleo, diminuindo seu impacto nocivo e facilitando sua remoção por restringir a área afetada;

- A **remoção mecânica** do petróleo derramado;

- O uso de microorganismos decompositores, alguns deles aprimorados pela modificação de bactérias decompositoras pela engenharia genética, num processo denominado **biorremediação**;

- O **uso de detergentes**, que proporcionam uma remoção mais rápida do petróleo, mas também são bastante tóxicos, principalmente se somados ao petróleo. Os detergentes se constituem de moléculas anfipáticas, cuja parte apolar se liga ao petróleo e a parte polar se liga à água, possibilitando a interação entre as moléculas e facilitando a remoção do petróleo. Como os detergentes podem ter ação semelhante sobre os fosfolipídios de membrana, podem causar sérias lesões celulares.

A **queima do petróleo** derramado solucionaria o problema de imediato, mas liberaria grandes quantidades de **gás carbônico** para a atmosfera, apenas transferindo o problema ecológico da água para a atmosfera.

POLUIÇÃO DA ÁGUA POR ESGOTOS DOMÉSTICOS

Esgotos contêm basicamente matéria orgânica, como fezes, urina e restos de animais e plantas mortos, podendo essa matéria orgânica ser consumida pelos microorganismos decompositores. Qual seria o problema, então, do excesso de matéria orgânica? O principal efeito dos esgotos domésticos se chama **eutrofização**.

Tome nota:

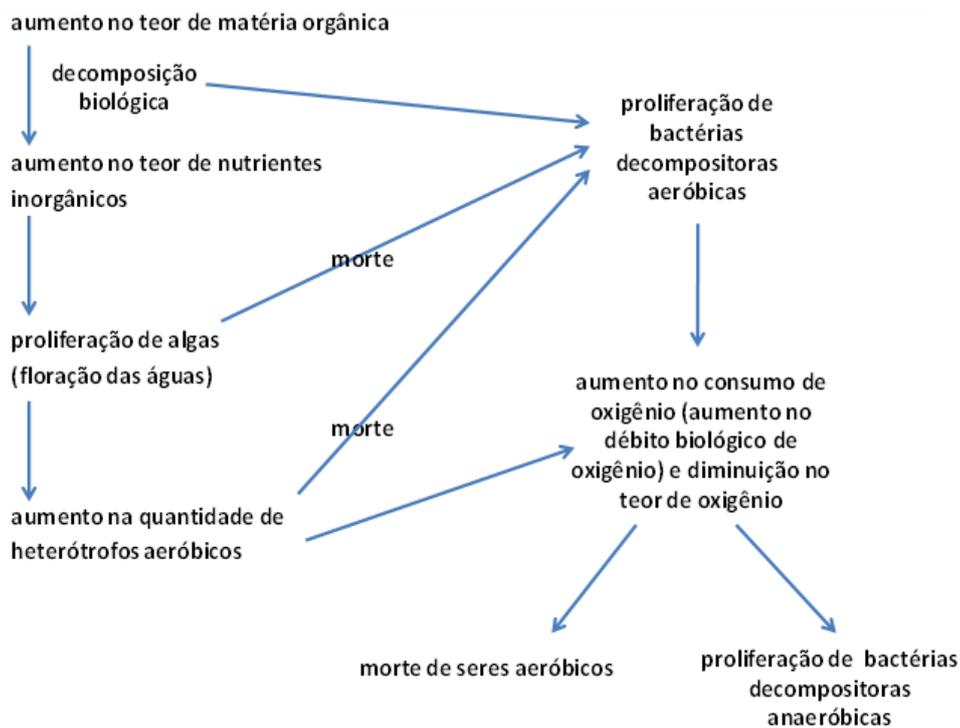
EUTROFIZAÇÃO

Eutrofização é o aumento no teor de nutrientes, particularmente nitratos, fosfatos e potássio (NPK), em ecossistemas aquáticos. Três eventos principais podem levar à eutrofização: despejo de **excesso de fertilizantes nitrogenados**, que já são constituídos de NPK, derramamento de **petróleo**, que é biodegradável e, quando decomposto, libera NPK, e despejo de esgoto doméstico.

Com o **aumento no teor de dejetos orgânicos**, ocorre intensa **decomposição biológica**, com **proliferação de microorganismos decompositores** e consequente **aumento no teor de nutrientes inorgânicos**, ou seja, NPK, o que por sua vez leva à **proliferação de algas (incluindo cianobactérias tóxicas)** ou **plantas aquáticas (como o aguapé)**, fenômeno conhecido como **floração das águas**.

O aumento na disponibilidade de nutrientes e o aumento na atividade de decomposição biológica aeróbica leva ao **aumento no consumo de oxigênio na água**, o que se chama **aumento no débito biológico de oxigênio ou D.B.O.**, o que leva à **diminuição no teor de oxigênio na água**, com o surgimento de **zonas mortas** com **morte de seres aeróbicos** e **proliferação de seres anaeróbicos**. Esses acabam por liberar gases como o gás sulfídrico (H₂S), relacionado ao característico cheiro de "ovo podre" de esgotos e água contaminados.

Observe o esquema a seguir:



Para evitar a eutrofização e a consequente diminuição do oxigênio no ambiente, pode-se retirar do esgoto os materiais ricos em nutrientes para diminuir a sua concentração nos rios, o que é feito em estações de tratamento.

A maneira de combater isso é evitando a eliminação de esgotos em rios ou zonas de marés. Eliminando esgotos em alto mar, a maior quantidade de água para diluir a matéria orgânica e a maior quantidade de decompositores no meio eliminam esse esgoto com mínimos prejuízos para o ecossistema. Para restaurar um ambiente poluído, pode-se bombear oxigênio no meio, evitando a morte dos organismos aeróbicos, que então consomem os excessos de matéria orgânica no meio.

A identificação da presença de esgoto doméstico na água pode ser feita por **bioindicadores**, como a **bactéria *Escherichia coli***, que é comensal do intestino humano e é eliminada junto às fezes, sendo conhecida como **coliformes fecais**.

POLUIÇÃO BIOLÓGICA

O crescimento de determinadas populações de seres vivos pode tornar-se um problema. Um exemplo é a **maré vermelha**.

Em mares poluídos, onde ocorre a eutrofização, o aumento na disponibilidade nutrientes inorgânicos, como fosfatos e nitratos, o que estimula a proliferação de algas unicelulares conhecidas como **pirrófitas ou dinoflagelados**. Essas têm a cor vermelha, fazendo com que a água do mar assuma essa cor, e daí o termo maré vermelha. Essas algas competem com os organismos aquáticos pelo pouco oxigênio, além de liberar substâncias tóxicas que matam peixes e se acumulam em moluscos. Se o homem se alimentar de organismos contaminados, pode também se intoxicar. Moluscos filtradores, como ostras e mexilhões, podem reter as toxinas da maré vermelha por meses, sendo recomendado o não consumo desses alimentos nos meses que se seguem a um episódio de maré vermelha.

LIXO

Alguns pesquisadores estimam que, diariamente, cada pessoa no planeta é responsável pela produção de cerca de 3,6 kg de **lixo**, que é uma das maiores fontes de poluição em ambientes urbanos. A adequada destinação desse lixo é um dos grandes problemas enfrentados pela humanidade nos dias de hoje. Assim, existem várias possíveis destinações para o lixo.

LIXÕES A CÉU ABERTO OU VAZADOUROS

Os **lixões a céu aberto** são depósitos de lixo, de modo geral na periferia das cidades, onde simplesmente se despeja o lixo urbano coletado, sem que haja tratamento algum do lixo e do ambiente que vai receber o lixo.

A grande vantagem dos lixões é o **baixo custo operacional**, mas existem várias desvantagens.

Dentre as desvantagens dos lixões, temos o **mau cheiro, a proliferação de animais como moscas, baratas e ratos**, que podem contribuir para a transmissão de doenças como **hepatite A e leptospirose**, representando uma grande ameaça à saúde pública, a produção de **chorume ou lixívia**, um líquido preto e mal cheiroso resultante da decomposição do lixo e que pode contaminar o solo e/ou os lençóis freáticos e liberação de **gás metano** resultante da decomposição anaeróbica do lixo, o qual, além de ser um importante **gás de efeito estufa** e contribuir

para o **aquecimento global**, é bastante **inflamável**, podendo levar à ocorrência de acidentes, como eventuais **explosões**.

Outro problema a ser considerado nos lixões é que eles acabam atraindo populações economicamente vulneráveis, de baixa renda, que procuram obter recursos, inclusive alimentares, a partir do lixo, mas acabam por se expor a vários riscos, principalmente no que diz respeito à saúde.

ATERROS

Os **aterros** são depósitos de lixo que recebem uma preparação adequada para receber o lixo, de modo que o solo recebe um **revestimento impermeabilizante** que impede que o lixo em si ou a chorume contamine o solo e/ou os lençóis freáticos, sendo que são construídos também sistemas que permitem a circulação do chorume para a superfície, diminuindo ainda mais o risco de contaminação de solo/água. Nos aterros, são colocadas camadas alternadas de lixo e terra, de modo a evitar o mau cheiro e a proliferação de animais nocivos. Para evitar problemas com o metano, são construídas **tubulações que possibilitam a eliminação desse gás**, que, muitas vezes, é **queimado no próprio aterro**, liberando gás carbônico (que ainda é um gás de efeito estufa, mas mais fraco que o metano na retenção de calor, além de não ser inflamável). O metano produzido pode ser recolhido como combustível, com o nome de **biogás**, podendo ser usado na produção de energia elétrica.

Aterros podem ser **aterros controlados**, que são uma remediação de lixões, os quais passam por alguma preparação para reduzir os seus inconvenientes, ou **aterros sanitários**, que são construídos obedecendo a uma série de normas e procedimentos para minimizar o impacto ambiental negativo do acúmulo de lixo, incluindo uma distância mínima de 100m de outras construções e de corpos de água.

Uma área usada como depósito de lixo, seja ele lixão ou aterro, não deve receber construções por no mínimo 30 anos após seu fechamento, uma vez que os bolsões de metano tornam o terreno esponjoso.

Existem aparelhos chamados biodigestores próprios para produzir metano (biogás) a partir de lixo orgânico, como fezes, podendo tais biodigestores serem utilizados em ambientes diversos, como fazenda, para obter biogás combustível a partir das fezes dos animais de criação e mesmo dos humanos.

INCINERAÇÃO

A **incineração** (queima) do lixo apresenta como grande vantagem a **redução do volume de lixo acumulado**, sendo particularmente interessante nos casos de **lixo contaminado**, como o **lixo hospitalar**. Mesmo sendo executado em incineradores apropriados, esse processo sempre gera um pouco de poluição do ar pela emissão de fumaça e gases que podem contribuir para o aquecimento global, como o gás carbônico.

COMPOSTAGEM

A **compostagem** consiste em transformar a parte orgânica do lixo em um fertilizante para o solo, sendo bastante útil porque, além de ser uma solução para o lixo orgânico, também contribui para a agricultura e participa do processo de reciclagem da matéria orgânica.

Para realizar a compostagem é necessário separar a matéria orgânica do resto do lixo e mantê-la úmida e arejada, de modo que a decomposição aeróbica converte o material orgânico em nutrientes inorgânicos, à base de NPK, que são os constituintes principais dos fertilizantes (adubos).

COLETA SELETIVA DE LIXO

A **coleta seletiva de lixo** facilita o tratamento do lixo urbano, permitindo uma destinação adequada para cada tipo de lixo, como a **incineração**, para o **lixo hospitalar**, a **compostagem**, para o **lixo orgânico**, o **adequado descarte de materiais como pilhas e baterias**.

CÓDIGO INTERNACIONAL DE CORES DE LIXEIRAS

Para orientar a coleta seletiva de lixo foi criado um código internacional de cores de lixeiras de acordo com o tipo de lixo a ser despejado. Assim, as cores correspondentes entre as lixeiras e o tipo de lixo a ser dispensado nelas é:

- **Vermelho** para **plástico**;
- **Verde** para **vidro**;
- **Amarelo** para **metal**;
- **Azul** para **papel**;
- **Marrom** para **resíduos orgânicos**;
- **Preto** para **madeira**;
- **Branco** para **resíduos biológicos provenientes de instituições médicas**;
- **Laranja** para **resíduos perigosos**;
- **Roxo** para **resíduos radioativos**;
- **Cinza** para **resíduo não reciclável ou misturado ou contaminado, não passível de separação**.

BIODEGRADÁVEL E NÃO BIODEGRADÁVEL

Substâncias biodegradáveis são substâncias obrigatoriamente orgânicas, naturais ou sintéticas, que podem ser utilizadas no metabolismo de algum organismo vivo, podendo então ser removidas do meio ambiente por ação de seres vivos, num processo chamado de biodegradação. Materiais biodegradáveis, de modo geral, quando descartados em locais adequados, não causarão problemas ambientais, como ocorre com fezes e urina, restos de alimentos e papel, além do que, em grandes quantidades, poderão causar problemas como a eutrofização. Outros materiais biodegradáveis, entretanto, podem ser tóxicos e/ou prejudiciais aos ecossistemas naturais, como petróleo, inseticidas organofosforados, alguns tipos de detergentes e alguns tipos de plásticos, de modo que nem todo poluente biodegradável é inofensivo.

Substâncias não biodegradáveis são substâncias orgânicas ou inorgânicas, de modo geral sintéticas, que não podem ser utilizadas no metabolismo de algum organismo vivo, não podendo então ser removidas do meio ambiente por ação de seres vivos. Materiais não biodegradáveis incluem borracha, vidros, metais, eletrônicos, pilhas, inseticidas organoclorados, alguns tipos de detergentes e a maioria dos plásticos. Como não se decompõem naturalmente, materiais não biodegradáveis, se descartados como resíduo comum, se acumulam em aterros sanitários ou na natureza, podendo parar no oceano, por exemplo, e colocar a vida de muitos seres aquáticos em risco por confundirem esses materiais, como plásticos, com alimento.

A maioria dos materiais não biodegradáveis demora muito tempo para se decompor na natureza, como nos exemplos a seguir:

Lata de alumínio	200 anos
Garrafa plástica	450 anos
Copo plástico	50 anos
Vidro	1000 anos
Metal	Mais de 100 anos
Borracha	Indeterminado

Fonte: Ministério do Meio Ambiente

Existem várias novas tecnologias que vêm sendo desenvolvidas para produzir versões biodegradáveis de materiais originalmente não biodegradáveis, como é o caso do plástico, existindo atualmente sacolinhas plásticas biodegradáveis feitas com plástico produzido a partir de mandioca ou de cana-de-açúcar, por exemplo.

Sacolinhas plásticas biodegradáveis ou oxi-biodegradáveis são feitas com materiais naturais, como o milho, e alguns aditivos que permitem aumentar a velocidade de sua decom-

posição na terra, constituindo-se em uma alternativa mais “verde” aos plásticos convencionais. Entretanto, muitas vezes essas sacolas vão parar em rios e mares, podendo trazer problemas a animais que as confundem com alimento, ou em aterros sanitários já saturados, onde são depositadas umas sobre as outras, sem contato com a terra, o que dificulta a sua decomposição mais eficiente, uma vez que é no solo que ocorrem os microorganismos que decompõe esse material.

Pilhas e baterias contêm **metais pesados**, que são tóxicos e não devem ser liberados no meio ambiente, devendo ser as pilhas e baterias enviadas a empresas especializadas que irão promover a reciclagem de seus componentes.

A **reciclagem** pode ser feita com materiais como **vidro, metal, papel e papelão**, tendo como grande vantagem a possibilidade de os materiais reciclados serem reaproveitados na fabricação de novos produtos, diminuindo a utilização de recursos naturais e, conseqüentemente, diminuindo o impacto ambiental advindo de sua extração.

3R E 5R

As ações humanas norteadas pela preocupação ecológica devem estar sempre observando os procedimentos conhecidos simplesmente como os “**3R**”: **Reduzir, Reaproveitar e Reciclar**.

- **Reduzir** a utilização de recursos naturais renováveis ou esgotáveis a um mínimo necessário;
- **Reaproveitar** um mesmo recurso quantas vezes for possível;
- **Reciclar** todo o material que puder ser reciclável para diminuir a exploração dos recursos naturais.

Reciclar é, além de ecologicamente correto, economicamente favorável. O Brasil, por exemplo, está entre os líderes mundiais na reciclagem de latinhas de alumínio, o que leva a consideráveis reduções no impacto ambiental negativo relacionado à exploração da bauxita e no custo de produção de novas latas.

O que não puder ser reciclado deve ser de preferência biodegradável, ou seja, passível de decomposição pelos microorganismos ambientais. Já existem atualmente detergentes e inseticidas biodegradáveis, e alguns poucos tipos de plástico biodegradáveis.

Modernamente, tem-se falado em **5R**: **Reduzir, Reaproveitar, Reciclar, Repensar e Recusar o consumo de produtos que gerem impactos socioambientais negativos muito significativos**.

Tome nota: