

EM MISSÃO

— Resíduos Sólidos —

PELO CLIMA



Realização

GATMA - Gestão, Avaliação e Tecnologia em Meio Ambiente

Coordenadora Prof^a Dr.^a Myriam Lorena Melgarejo Navarro Cerutti

Orientação e revisão

Coordenadora Prof^a Dr.^a Myriam Lorena Melgarejo Navarro Cerutti

Colaboradores

Amanda Gawlak Zampieri

Ana Maria de Souza Brum Donikian Gouveia

Daniel Fernando de Almeida Karger

Gabriel Hollerweger Porcher

Giovanna Teixeira Tuchinski

Gustavo Kenji Matumoto

Lucas de Brito

Marcos de Andrade Barbosa Guilherme

Yasmin Carneiro de Siqueira

Publicação

Junho de 2025

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Esse material tem relação com os ODS:



E

M

P

C

Sumário

1. Resíduos Sólidos.....	5
1.1. Definições.....	6
1.2. Classificações.....	7
1.3. PNRS.....	8
1.4. Os 5 Rs.....	8
2. Casos Especiais.....	10
2.1. Micropoluentes.....	10
2.2. Lixo Eletrônico.....	19
3. Impactos.....	22
3.1. Água e Solo.....	22
3.2. Ar.....	25
3.3. Saúde Pública.....	26.
4. Responsabilidade Compartilhada.....	29
4.1. Estabelecimentos de Descarte.....	29
4.2. Reciclabilidade.....	30
4.3. O que podemos fazer?.....	31
Referências.....	35

Em Missão Pelo Clima:

Resíduos Sólidos

Este documento tem o propósito de complementar o conteúdo apresentado pelo projeto "Em Missão Pelo Clima", com o tema "Resíduos Sólidos".

O objetivo do projeto é levar conhecimento ambiental ao público, conscientizar sobre os impactos das ações humanas e incentivar a mudança para um mundo melhor.

Agradecemos a todos que contribuíram para a realização deste trabalho e a quem este projeto alcançar.

— Equipe GATMA

1 Resíduos Sólidos

O estudo dos resíduos sólidos é fundamental atualmente devido ao aumento constante do consumo de diferentes produtos e da necessidade de se descartar de maneira correta para que mitigue os danos causados no meio ambiente, e consequentemente, na saúde humana (Chauhan; Sevda, 2024).



O descarte incorreto de resíduos ocasiona danos ambientais diretos, como poluição de rios e ambientes terrestres. Ou indiretos, quando esse tipo de material não pode ser reutilizado ou reciclado de alguma forma, sendo necessário explorar um recurso na natureza de forma que cause diversos impactos durante sua exploração. Esses impactos podem ser durante o processo de exploração, quanto no processo de refino e manipulação do material.

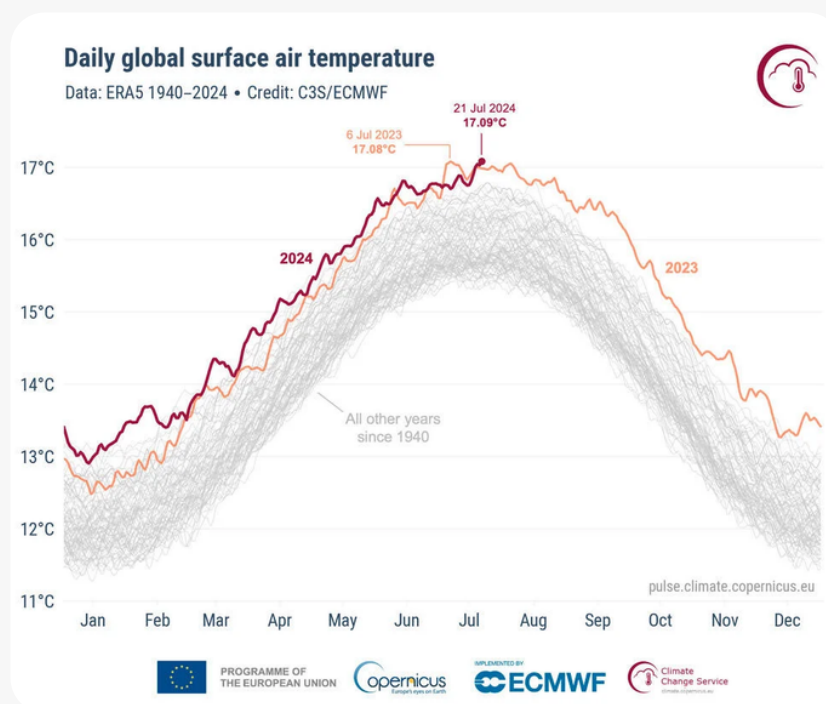
Além disso, é possível destacar que parte desses impactos estão relacionados ao consumo de energia nas diferentes etapas da produção do produto, onde, dependendo do país que essa indústria está instalada, os impactos podem ser maiores considerando a matriz energética presente naquele país. Um exemplo seria de um país como o Brasil que possui maior parte de sua matriz energética de fontes renováveis, emitindo menos gases do efeito estufa, enquanto diversos países europeus dependem do uso de combustíveis fósseis como fonte de energia, emitindo significativamente mais GEE. Todas essas considerações precisam ser analisadas de forma criteriosa para determinar qual etapa e como diminuir seus impactos (Ramesha; Das, 2024).

Fonte: USP/Itaipu Binacional



Com isso, é preciso destacar que anualmente as mudanças climáticas se tornam mais evidentes mundialmente. Isso pode ser exemplificado pelas mudanças de temperaturas em ambos os hemisférios, onde um calor extremo recorde na Europa ocorreu no ano de 2024. Outro exemplo local foi da crise que ocorreu no Rio Grande do Sul, com uma das maiores enchentes do estado ocasionado em diversos problemas sociais na região, que ocorreu devido a intensificação das chuvas tanto por fenômenos naturais quanto devido às mudanças climáticas.

Os parágrafos anteriores foram utilizados como forma de incentivo inicial do estudo desse tema, que muitas vezes não é tratado com foco nas escolas.



Fonte: C3S/ECMWF/Climatempo

1.1 Definições

- **Gases do Efeito Estufa (GEE):** são gases presentes na atmosfera terrestre responsáveis pelo efeito estufa. Os principais são: dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O) e o metano (CH_4).
- **Mudanças climáticas:** são mudanças, a longo prazo, nas temperaturas e no clima da Terra. Podem ocorrer naturalmente ou intensificadas pelas ações humanas.
- **Resíduos Sólidos:** material descartado que pode ser reutilizado ou reciclado.
- **Rejeito:** material descartado que não existe mais possibilidades de reaproveitamento.

1.2 Classificações

Os resíduos sólidos podem ser classificados em diversos tipos distintos de categorias, mas iremos dividi-los em três:

1.2.1 Domiciliar:

De acordo com o SINIR (Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos), resíduos desse tipo são provenientes de atividades domésticas nas cidades. Exemplos:

- Restos alimentares e restos de grama ou galhos cortados;
- Embalagens como latinhas de alumínio e garrafas de plásticos ou vidro, caixas e papéis de embalagem, papel, etc;
- Medicamentos vencidos e suas embalagens;
- Pilhas e baterias.

1.2.2 Industrial:

De acordo com a resolução CONAMA nº 313 (Brasil, 2002), resíduos desse tipo são gerados nos processos produtivos e instalações industriais. Exemplos:

- Óleos, cinzas, lodos sólidos;
- Escórias de fundição, cinzas de caldeiras, areia de fundição;
- Resíduos de papel e papelão;

1.2.3 Perigosos:

Resíduos desse tipo podem ser provenientes de diversas fontes como industriais, hospitalares, laboratoriais e até de escolas. Em razão de algumas características como: inflamabilidade, corrosividade, toxicidade, patogenicidade, etc., podem apresentar risco à saúde pública ou qualidade ambiental. Exemplos:

- Seringas, gases, luvas contaminadas, materiais cortantes;
- Lâmpadas, pilhas, baterias, eletrônicos;

1.3 PNRS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) tem como objetivo, determinar diretrizes e metas para a gestão integrada e o gerenciamento de resíduos sólidos, de forma a incluir à responsabilidade quem gera os resíduos e do poder público. Essa política é descrita na Lei Nº12305, de 2 de agosto de 2010.

Alguns princípios dessa PNRS são o desenvolvimento sustentável, cooperação entre diferentes esferas da sociedade como as empresas e a população de forma geral, responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto etc. Enquanto seus objetivos são a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental, adoção e desenvolvimento de tecnologias limpas para minimizar impactos ambientais, incentivar a indústria de reciclagem, estimular a implementação da avaliação do ciclo de vida do produto, estimular o consumo sustentável, entre outros.



Fonte: Fim do Lixo

De forma geral, essa lei tem como objetivo implementar uma gestão de resíduos nacional para determinar padrões e categorizar resíduos, estimular o consumo mais sustentável e abordar as questões de responsabilidade compartilhada que é essencial para que a gestão de resíduos possa ser eficaz no país.

1.4 Os 5 Rs

O conceito dos 5 Rs é estabelecido como uma visão aprimorada da sustentabilidade para diminuir a geração dos resíduos no planeta. Repensar, recusar, reduzir, reutilizar e reciclar são as cinco palavras que definem esse conceito que busca definir alguns comportamentos que determinam um compromisso com o meio ambiente (SENAC-MT, 2021).

REPENSAR:

Esse primeiro conceito estabelece a necessidade de compra de algum produto. As reflexões sobre são: **é realmente necessário a compra deste produto?** Eu preciso desse produto ou estou comprado por outro motivo, por estar em uma promoção por exemplo. Portanto, essa primeira categoria analisa o consumo exagerado que é considerado uma das causas da degradação do meio ambiente.

RECUSAR:

Nessa etapa, já foi estabelecida a necessidade da compra de certo produto e a análise é feita quanto a empresa que o produz ou do uso do produto. **Recusar produtos de uso único como sacolas, canudos ou outros tipos de objetos de vida curta são fundamentais.** Além disso, optar por comprar produtos de empresas que tenham compromisso com o meio ambiente durante todo o processo de manufatura faz com que os danos ambientais sejam mitigados e outras empresas busquem mudar suas políticas para atrair esse tipo de público.

REDUZIR:

Aqui, é necessário agir de forma a **reduzir o consumo**, comprando produtos de maior qualidade que possuam maior durabilidade ou evitar desperdício. Isso pode ser feito: substituindo copos descartáveis por canecas, utilizando embalagens retornáveis, usando lâmpadas mais econômicas etc.

REUTILIZAR:

Nesse caso envolve muitas vezes a criatividade do consumidor em **utilizar um produto que tinha determinada funcionalidade em outra**, evitando descartar aquele produto e não sendo necessário comprar um objeto novo para realizar uma função que pode ser feita com algo que já tem em casa.

RECICLAR:

Por fim, essa ação se torna crucial pois muitas vezes os produtos são necessários e seu descarte também, mas quando feito de maneira correta, **esse resíduo pode ser transformado em um material novo** com propriedades úteis para serem utilizadas em novos produtos. Com esse reuso de material, matérias primas não precisam ser exploradas e um consumo menor de energia pode ser empregado para obter um produto novo.

2 Casos Especiais

2.1 Micropoluentes

Os micropoluentes, também chamados de contaminantes emergentes, são substâncias que afetam nosso ambiente em todos os seus aspectos (solo, água e ar). Como o nome sugere, eles são uma ameaça invisível ao olho humano, podendo chegar a uma concentração de ordem pg/L (picograma por litro, 10^{-12} g/L) (Lopez, 2016).

Além disso, há outras características que os micropoluentes possuem que os diferenciam dos demais. Uma delas é sua habilidade de se mover rapidamente na água e no ar. Por serem relativamente pequenos, eles são facilmente transportados e se espalham por todo o ambiente.

Outro aspecto que distingue os micropoluentes é estarem diretamente ligados às disfunções hormonais, tanto em animais quanto em humanos. Eles desregulam o sistema endócrino, alteram a síntese de hormônios no organismo, afetam o sistema reprodutivo de animais, entre outros impactos (Alves; Girardi; Pinheiro, 2017).

Além disso, eles persistem no meio, devido à grande dificuldade de serem destruídos. Isso é consequência de duas características dos micropoluentes que são a bioacumulação e biomagnificação.



Fonte: Be The Story

2.1.1 Bioacumulação e Biomagnificação

Bioacumulação se refere ao processo sofrido pelas substâncias ao serem absorvidas pelos seres vivos. Ele ocorre através do ambiente em que o organismo está inserido ou através da ingestão de alimentos que contêm tal substância.

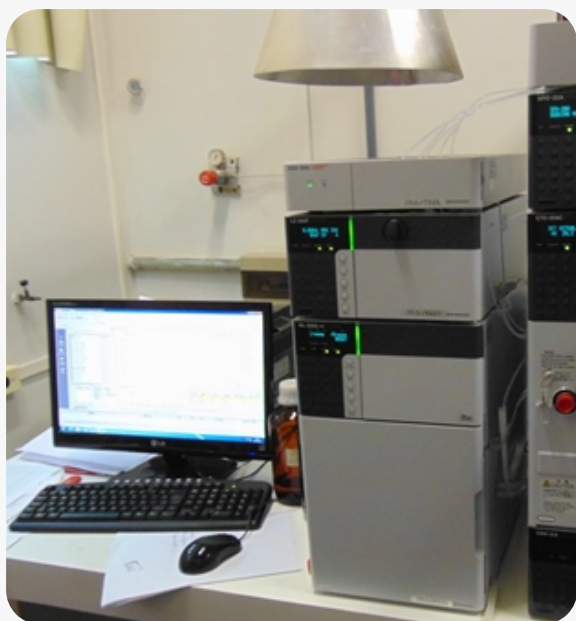
Já a biomagnificação, se refere ao acúmulo de algum composto de forma progressiva ao longo da teia alimentar. Assim sendo, quanto mais alto na teia alimentar uma espécie estiver, mais dessa substância ela terá acumulada.

O grande problema dos micropoluentes possuírem essas características é que eles não são biodegradáveis e nem metabolizados pelos organismos, fazendo com que sua taxa de absorção seja maior que a de eliminação.

Um exemplo é o pesticida DDT (diclorodifenil tricloroetano), que continua no ambiente mesmo após sua restrição/proibição, por ser muito difícil de ser decomposto. Ele afeta principalmente os animais situados no alto das cadeias alimentares, como aves e mamíferos (Montone, 2024).

2.1.2 Como detectar micropoluentes no ambiente?

Dois métodos importantes utilizados para a detecção e quantificação de micropoluentes são a Cromatografia Líquida e a Gasosa (Vettorello *et al.*, 2017).



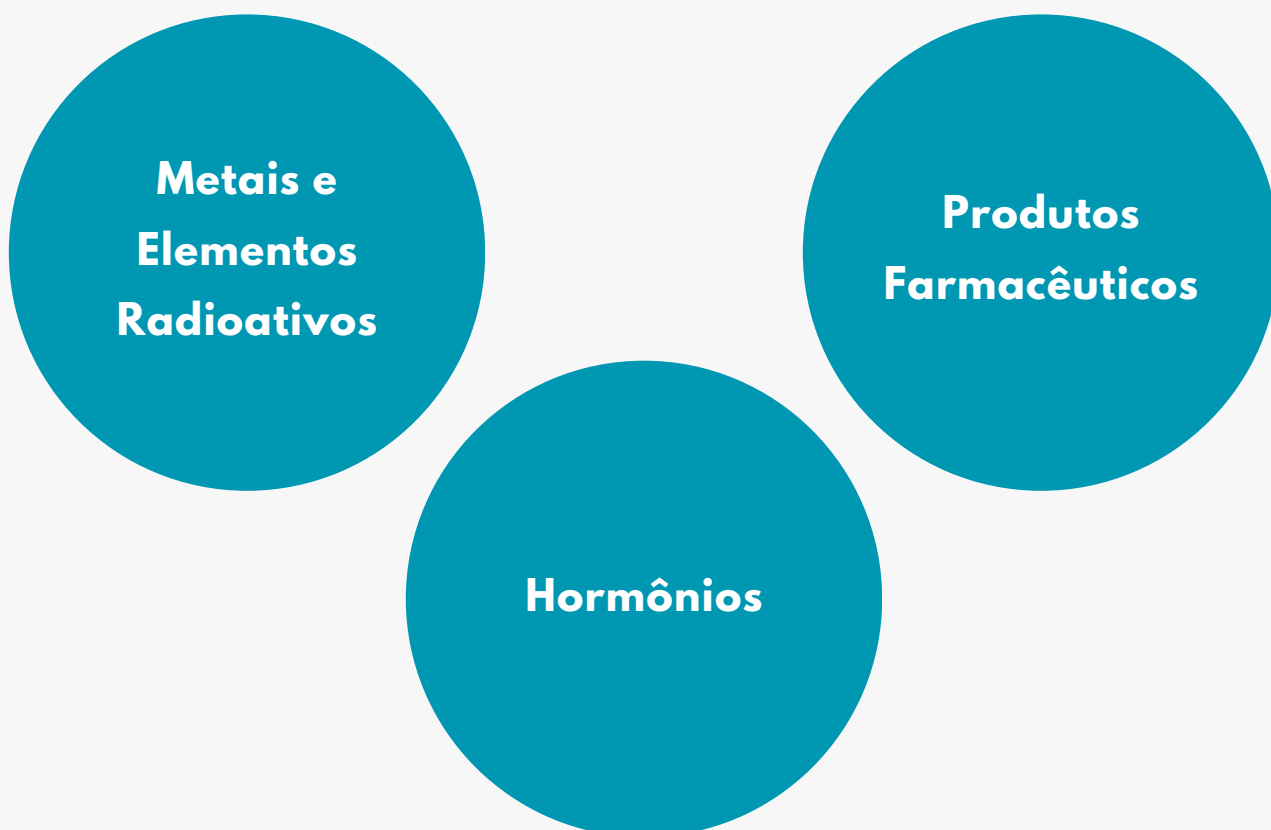
Fonte: Centro de Informação e Assistência Toxicológica/UNESP

A primeira, usa um sistema de bombeamento de líquido pressurizado, contendo a mistura da amostra a ser analisada. Ele passa por uma coluna com material adsorvente, no qual cada componente da mistura interage de uma forma e a taxas diferentes, aderindo à superfície e separando-se uns dos outros. Assim, se torna possível a análise de individual de cada constituinte e, conseqüentemente, a detecção de micropoluentes na amostra (Chaguri, 2024).

Já na Cromatografia Gasosa, a amostra é vaporizada e é inserida em um fluxo de gás chamado de Fase Móvel. Novamente, o tubo pelo qual a mistura passa é composto por um material adsorvente, que irá reter cada componente de forma separada baseada em suas respectivas volatilidades e solubilidades. Após separados, eles podem ser analisados individualmente (CIATox, 2024).

2.1.3 Fontes de Micropoluentes

Os micropoluentes podem ter diversas fontes, que são importantes para que possamos elaborar estratégias de combate a elas. Nesta seção, abordaremos alguns produtos e/ou substâncias, como os metais pesados, os fármacos e os hormônios – alguns dos principais micropoluentes existentes no meio ambiente –, discutindo seus efeitos sobre nossa saúde e ecossistemas terrestres, e, principalmente, suas fontes.



- **Metais e elementos radioativos:**

Os metais pesados são contaminantes que, a partir de determinada concentração em nosso organismo e de outros animais, causam danos severos à saúde. Além disso, a sua presença descontrolada na natureza causa danos mais gerais relacionados à bioacumulação e à biomagnificação, por exemplo. Portanto, é de suma importância discutir suas formas de disseminação para o desenvolvimento de técnicas de remediação. Os principais elementos tóxicos encontrados na natureza são o mercúrio (Hg), chumbo (Pb), cádmio (Cd) e zinco (Zn). Estes elementos químicos são considerados contaminantes inorgânicos e estão localizados mais ao centro da tabela periódica.

Com o passar do tempo, mediante ao desenvolvimento tecnológico, a nossa sociedade ficou cada vez mais dependente de metais pesados para a produção de itens médicos, eletrônicos, de construção civil, entre outros. No entanto, o consumismo desenfreado que o mundo está enfrentando, junto com o descarte inadequado de produtos, acaba por aumentar a presença desses metais no meio ambiente. Assim, os ecossistemas acumulam esses micropoluentes, que, com sua difícil degradação, tornam-se persistentes no meio em que se encontram.

De modo geral, as principais fontes de contaminação de metais pesados são provenientes da exploração de combustíveis fósseis, mineração, fundição, agricultura avançada e lixo doméstico, além do descarte incorreto de resíduos. A construção de placas de circuitos eletrônicos, por exemplo, pode contaminar o meio ambiente com chumbo, e o refino de petróleo gera cádmio.

O mercúrio é o mais volátil dos metais, e seu vapor é altamente tóxico. As principais fontes de emissões desse elemento são as indústrias - principalmente as que trabalham com couro para a confecção de chapéus -, a queima de combustíveis, incluindo carvão e óleo, a incineração de lixo, além de ser muito explorado nos garimpos. De 1570 a 1900, estima-se ter sido emitido, pela mineração, cerca de 200.000 toneladas de mercúrio na América do Sul e Central, causando poluição considerável no ar e no rio Amazonas.



Fonte: Vanguarda do Norte/ Bram Ebus

Um dos casos mais memoráveis com relação à contaminação por mercúrio ocorreu na cidade de Minamata, no Japão. Entre as décadas de 50 e 60, uma indústria localizada na cidade foi responsável por contaminar os rios da cidade com mercúrio, devido ao descarte incorreto do resíduo tóxico, afetando a vida marinha que ali estava, e consequentemente causando danos à população que se alimentava dos peixes da região. Danos neurológicos e câncer foram algumas das complicações percebidas nessas pessoas que foram contaminadas.



Fonte: AP/NTB Scanpix

Os danos causados pelos metais pesados à saúde humana estão sendo estudados pela comunidade científica. Uma pesquisa feita na China, por exemplo, analisou os efeitos da exposição a chumbo, cádmio e níquel em adultos e crianças de uma certa região do país. A conclusão foi de que esses contaminantes alteraram as taxas de crescimento, peso e comportamento, além da diminuição da taxa de aprendizado nas crianças e o aumento das taxas de mortalidade e nascimentos prematuros (Nascimento *et al.*, 2022; Garcia; Passos, 2012).

- **Produtos farmacêuticos:**

Os fármacos compreendem todas as drogas que são ministradas para o uso humano ou de outras espécies animais, podendo ser consumidas mediante indicação médica ou não. Entre os fármacos mais produzidos e consumidos, estão os antitérmicos, analgésicos e antibióticos. No Brasil, especialmente, esse consumo tem aumentado, e mundialmente, por conta do investimento em pesquisas na área médica, e por consequência a descoberta de novos princípios ativos, novos medicamentos são produzidos.

No entanto, as substâncias químicas presentes nos fármacos têm se tornado fonte de preocupação ao meio ambiente, uma vez que essas substâncias podem ser tóxicas, e estão sendo encontradas em certa quantidade nos ecossistemas aquáticos e terrestres.

A principal fonte de emissão dos fármacos no meio ambiente se dá pela excreção, após metabolização, dos organismos vivos. Na criação de animais, por exemplo, a excreta dos animais pode conter resíduos dos medicamentos ingeridos, e como há o costume de utilizar essa excreta como fertilizante, substâncias tóxicas acabam contaminando o solo, e posteriormente, os lençóis freáticos.

No caso de seres humanos, os contaminantes presentes nas excretas hospitalares ou domiciliares podem persistir no meio, mesmo após a passagem pela rede de tratamento de esgoto. Dessa forma, as águas residuais urbanas representam uma importante via de emissão desses micropoluentes.

Ainda, o descarte incorreto de medicamentos, sejam estes utilizados ou vencidos, no lixo comum, é outra fonte de emissão. Ao chegarem em aterros sanitários, esses compostos, na presença de luz, umidade e calor, transformam-se em substâncias mais tóxicas, que, além de contaminarem o solo, podem chegar às fontes hídricas.

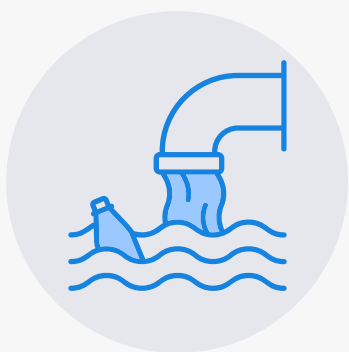


É importante notar que, além de os fármacos alterarem a fisiologia dos seres vivos em ambientes contaminados, tendo destaque para o ecossistema aquático, a sua presença no meio, em particular os antibióticos, promove a seleção de bactérias resistentes que podem se proliferar e agravar doenças. Portanto, o crescente uso de medicamentos no Brasil e no mundo, e criação cada vez mais intensiva de animais com o uso de antibióticos, geram uma grande preocupação ambiental (Oliveira *et al.*, 2023).

• Hormônios:

Um micropoluinte emergente que está sendo encontrado cada vez mais frequentemente no meio ambiente são os hormônios. Temos, por exemplo, os interferentes endócrinos, especialmente os hormônios sexuais femininos, que estão se tornando uma crescente preocupação como contaminantes emergentes na água. Esses compostos, que podem ser de origem natural, produzidos pelo organismo animal, ou sintética, criados para fins terapêuticos na saúde humana ou animal, estão sendo encontrados em fontes hídricas.

Utilizados em terapias de reposição hormonal ou como métodos contraceptivos, como os comprimidos anticoncepcionais, esses hormônios entram no meio ambiente principalmente através de excreções que passam pelo sistema de esgoto. Além disso, na agricultura e pecuária, hormônios administrados a animais podem ser excretados e, quando aplicados como fertilizantes, podem infiltrar-se no solo e contaminar lençóis freáticos e cursos d'água superficiais.



É preciso sempre lembrar que, apesar de haver processos de depuração e diluição dos poluentes nas redes de esgoto, muitas vezes o tratamento convencional da água não é completamente eficaz na sua remoção de micropoluentes, como os hormônios. Dessa forma, os esgotos brutos são a principal fonte de deposição dos contaminantes emergentes nos recursos hídricos.

Tratando especificamente dos anticoncepcionais, apesar de sua concentração ser baixa e grande parte desses contaminantes ser biologicamente degradada na natureza, a crescente participação da mulher no mercado de trabalho trouxe mudanças na programação familiar, influenciando o número e o momento de ter filhos. Como resultado, a presença desse hormônio sintético na água aumentou, já que ele é excretado pela urina e entra no sistema de esgoto, que eventualmente deságua em rios e oceanos. Os efeitos dessa presença nos recursos hídricos estão sendo investigados, incluindo a feminilização de peixes machos e outras alterações no funcionamento biológico de diversos seres vivos (Dias, 2020)

2.1.4 Microplásticos

Nos dias de hoje, é inevitável a presença de objetos feitos de plástico ao nosso redor. Desde a década de 1950, o plástico tem sido amplamente usado na produção de materiais devido às suas características favoráveis, como durabilidade, baixo custo e versatilidade. Porém, juntamente com os seus benefícios, vêm também um lado negativo e de importância ambiental: o seu grande poder de poluição. Estima-se, atualmente, que a maioria dos recursos hídricos, como mares e rios, possuem alguma quantidade de plástico em suas águas, sendo que os chamados microplásticos têm papel fundamental para isso acontecer.



Fonte: Alexander Stein/ULLSTEIN BILD/National Geographic

Microplásticos são partículas de plástico com um tamanho menor que 5 milímetros de diâmetro, e muitas vezes são invisíveis ao olho nu. Eles são comumente produzidos por meio da degradação do plástico no ambiente, pois, em meio à exposição à água, ventos e radiação solar, esse material se divide em partes cada vez menores e mais reativas ao meio em que se encontram. Por conta da redução do tamanho, os microplásticos são difíceis de serem controlados nos ecossistemas, e por consequência, são alvos de grandes pesquisas científicas atualmente, que buscam soluções para detectá-lo e contê-lo.

Apesar das pesquisas na área serem recentes, sabe-se de alguns efeitos negativos que o microplástico pode causar nos organismos vivos. Pela sua alta reatividade, esses materiais reagem facilmente com os compostos orgânicos presentes no meio ambiente, e se propagam progressivamente nas cadeias alimentares dos animais, acumulando-se em seus tecidos.

Dependendo de sua concentração, e levando em conta sua toxicidade, os microplásticos podem causar sérias disfunções fisiológicas em animais contaminados, havendo interferência em sua reprodução e em seu sistema hormonal, por exemplo.



Fonte: Mundo Educação

A maior preocupação a respeito do modo como o microplástico chega ao meio ambiente encontra-se na gestão de resíduos, que muitas vezes, principalmente em países subdesenvolvidos e com elevadas densidades populacionais, é precária ou até inexistente. Ainda que haja medidas para a facilitação da reciclagem do plástico, como suas identificações, numeradas de 1 a 7, de acordo com o tipo de material de que é feito, a destinação incorreta desses resíduos é frequente. Dessa forma, uma parte do plástico produzido é eliminado indevidamente nos recursos hídricos. Estima-se que a introdução de plástico nos oceanos seja superior a 12,7 milhões de toneladas por ano, segundo dados de 2022.

Mesmo algumas ações que fazemos no cotidiano, como a lavagem de roupas, liberam microplásticos no meio ambiente. Roupas feitas de certos tecidos sintéticos, como poliéster, considerado um tipo de plástico, contaminam a água quando são lavadas, e esses poluentes, por serem muito pequenos, passam pela rede de tratamento de esgoto sem serem notados. Produtos como protetor solar e outros relacionados aos cuidados com a pele também contém microplásticos que, por sua vez, podem contaminar a água pelo contato direto da nossa pele com o mar, rios etc.

Além da contaminação hídrica, esses micropoluentes também têm o solo como meio de entrada nos ecossistemas. Práticas como o “mulching” na agricultura, técnica utilizada para proteger o solo de ervas daninhas e insetos usando um filme plástico; o armazenamento de fertilizantes em recipientes de plástico; e a irrigação de plantações com água contaminada, são meios de propagação desse micropolvente na terra. A dispersão desses micropoluentes pode acontecer por meio de chuvas, ventos e épocas de seca, e seu alcance pode chegar até os lençóis freáticos (Sobral, 2022; Maddela; Reddy; Ranjit, 2023; Kruze, 2024).

2.2 Lixo Eletrônico

O lixo eletrônico, também conhecido como Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos ou e-lixo, é o resíduo proveniente de equipamentos eletrônicos como computadores, celulares, impressoras, microondas, pilhas, fones de ouvido, entre outros. Esses resíduos são constituídos por elementos que podem ser prejudiciais ao meio ambiente e ao ser humano, caso sejam descartados incorretamente (Rossini; Naspolini, 2017).

Os principais problemas envolvendo lixo eletrônico são a falta de informação em relação ao seu descarte e o aumento de quantidade no decorrer dos anos. Segundo o relatório da ONU (Organização das Nações Unidas) “The Global E-waste Monitor 2024”, o e-lixo produzido pela população mundial aumentou cerca de 82% entre 2010 e 2022. Uma das causas desse crescimento é a obsolescência programada, que acaba gerando mais resíduos.



2.2.1 Obsolescência programada

A obsolescência programada é uma estratégia planejada para diminuir propositalmente a vida útil de determinado equipamento para estimular o consumidor a substituição por um novo e movimentar a economia.

Segundo o jornalista Vance Packard, podemos classificá-la em dois tipos:

- a) Obsolescência de técnica ou de qualidade:** quando é planejado que um produto tenha um prazo antecipado de sua vida-útil, tanto pelo desgaste das peças, quanto por uma evolução tecnológica que obriga a compra de um novo.
- b) Obsolescência de desejabilidade ou perceptiva:** ocorre por influência de publicidades e propagandas que convencem o consumidor a adquirir um novo produto, mesmo que o seu ainda seja útil.

• Origem histórica até os tempos atuais:

Por mais que o termo ‘obsolescência programada’ ainda não fosse usado, a lâmpada elétrica foi um dos primeiros exemplos desse método. Em 1924, um cartel formado por fabricantes de lâmpadas norte americanos e europeus determinou que as lâmpadas deveriam ter sua vida útil reduzida para menos da metade. Esse caso é relatado no documentário “A história secreta da obsolescência programada” dirigido e produzido por Cosima Dannoritzer.



Fonte: O Arquivo

O termo obsolescência programada surgiu em um artigo de Bernard London, publicado em 1932, que apresentava uma proposta para enfrentar a crise de 1929. London propôs que os produtos teriam uma data de validade pré determinada, após alcançarem esse prazo, os consumidores deveriam entregar o produto ao governo, que lhe retribuiria com um “vale” para comprar outro novo. No entanto, essa prática era compulsória e acabou não sendo aceita na época. Apesar de recusada, a ideia base da obsolescência programada estava instaurada (Rossini; Napolini, 2017).

Anos depois, em um nova crise econômica norte americana, a obsolescência programada foi realmente colocada em prática, porém dessa vez o destaque é o desejo da sociedade em consumir algo novo antes do fim da vida útil do equipamento. Para isso, os consumidores eram estimulados a comprar, por meio de publicidades e propagandas que apresentavam novos produtos, muitas vezes com poucas variações, mas que incentivam o consumismo (Junior; Soares, 2020).

Diante disso, nota-se uma sociedade consumista que perdura até os tempos atuais. A obsolescência de técnica atualmente ocorre com inovações que são incompatíveis com os modelos atuais, dispositivos que não são mais atualizados e softwares que demandam mais memória e processador.

Já a obsolescência de desejabilidade ocorre muito nas redes sociais, por meio dos influenciadores digitais que fazem a publicidade para determinado equipamento desencadeando um desejo de consumo em seus seguidores.

- **Consequências ambientais e sociais:**



A estratégia da obsolescência programada é incompatível com as metas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, pois resulta em consequência prejudiciais ao meio ambiente e aos seres humanos.

O alto consumo gera um acelerado ritmo de produção, consequentemente, uma maior necessidade de matérias primas e maior poluição durante a fabricação. Com isso, há impactos ambientais que influenciam nas alterações climáticas mundiais.

Além disso, a substituição de equipamentos que ainda são funcionais por outro mais novo, apenas por um design diferente ou uma nova atualização, acarreta em um resíduo eletrônico desnecessário, corroborando para o aumento de lixo eletrônico no decorrer dos anos. Esse aumento é um problema principalmente quando o descarte desses lixos é feito de forma incorreta.



Os lixos eletrônicos não devem ser descartados na natureza ou em aterros sanitários, pois possuem substância tóxicas e metais pesados que podem contaminar rios, lençóis freáticos e acumular-se em animais. Além disso, o descarte incorreto é um agravante também para as pessoas que de alguma forma manuseiam esses materiais (Grubba; Locatelli, 2023).

Diante disso, além de fazer o descarte correto do lixo eletrônico, também é importante tentar reduzir a geração desse lixo, podendo ser feito ao refletir se realmente é necessário a troca de algum aparelho eletrônico ou avaliando possibilidades de reaproveitar aquele resíduo antes de descartá-lo.

3 Impactos

3.1 Água e solo

A ampla exploração dos recursos naturais e o modelo capitalista produtivista atual propiciam uma produção de resíduos sólidos danosa ao meio ambiente. Sobretudo a partir do descarte inadequado de efluentes de indústrias associado à tênue legislação ambiental e à fiscalização ineficiente, água e solo inevitavelmente passam a receber poluentes.

Inicialmente, há de se notar que a água atua como um meio de dispersão eficiente para os poluentes provenientes do descarte inadequado. Dito isso, parcela significativa da contaminação química resultante de resíduos sólidos infiltra-se nos lençóis freáticos ou escoam superficialmente, atingindo corpos d'água. Em geral, tais situações decorrem da impermeabilização inadequada de aterros, de lixões a céu aberto ou do descarte direto de efluentes de indústrias.

A infiltração da água da chuva através dos lixões ou da cobertura do aterros, a qual é feita, geralmente, com materiais plásticos propícios a vazamentos, provoca o extravasamento dos contaminantes provenientes dos rejeitos. Com isso, além do acúmulo de substâncias tóxicas e metais pesados, ocorre a alteração do pH do solo, tornando-o excessivamente ácido ou alcalino.



Fonte: Randy Olson

Outrossim, além da contaminação por metais pesados, o chorume proveniente da decomposição da matéria orgânica atua como um potencial contaminante. Possuindo uma concentração elevada de componentes orgânicos, como fosfatos e carbonatos, e de substâncias simples, como cálcio, potássio e magnésio, esse líquido eleva drasticamente a concentração desses solutos no solo. Desse modo, além de contaminar os organismos ali presentes, o processo de absorção de água pelas plantas acaba prejudicado, tendo em vista a redução da pressão osmótica nas raízes.

A contaminação da massa de água, por sua vez, relaciona-se diretamente à dispersão dos contaminantes escoados pela superfície do solo ou infiltrados em sua profundidade. Entrando em contato com o lençol freático, os poluentes provenientes dos resíduos sólidos se difundem rapidamente entre os corpos d'água, podendo um ponto de vazamento de poluentes provocar uma contaminação de larga escala.

Lixo às margens de rio urbano em Santarém, no Pará.

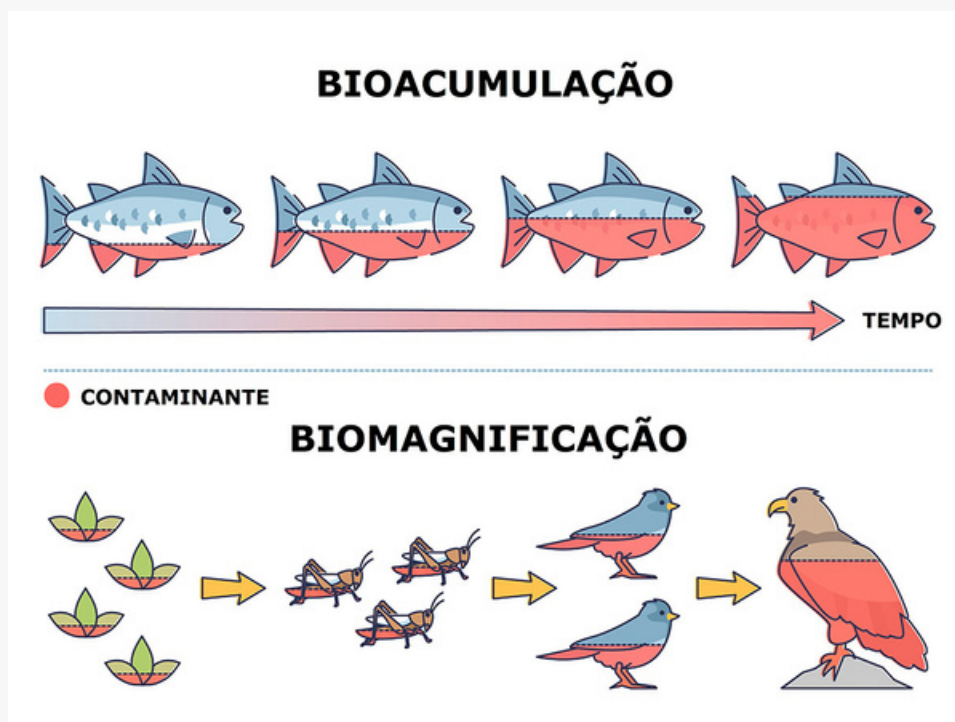


Fonte: Silent Amazon

Atingindo corpos d'água, a contaminação a partir de chorume, metais pesados e outros poluentes impacta diretamente a fauna e a flora aquática, e indiretamente os seres vivos que se aproveitam, de alguma forma, desse ambiente. Isso porque as substâncias entram na teia alimentar e desequilibram sistematicamente as populações de todos os organismos envolvidos.

Sobretudo no tangente a metais pesados potencialmente tóxicos (chumbo, cromo e cádmio), a **bioacumulação** desses materiais confere um aumento da concentração dessas substâncias nos organismos de níveis tróficos mais elevados (biomagnificação), como é demonstrado na imagem abaixo. Consecutivamente, provoca-se uma alteração profunda na biota aquática e/ou terrestre, sinalizando, também, riscos às populações humanas que se alimentam de peixes possivelmente contaminados.

Bioacumulação e Biomagnificação.



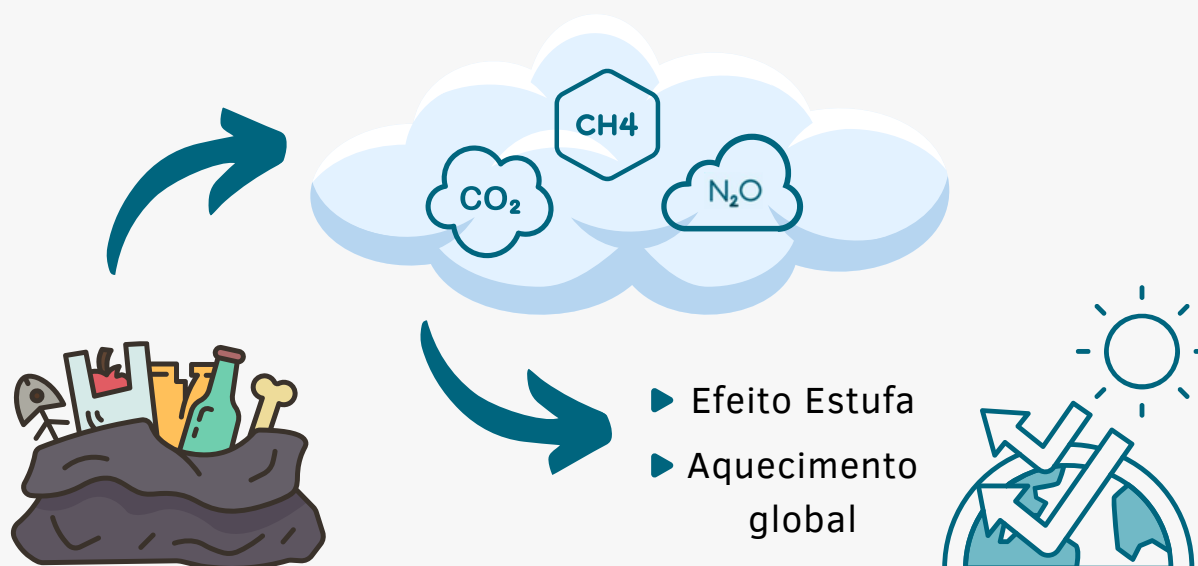
Fonte: Thalita Martins

Contudo, a velocidade de contaminação das porções do subsolo, bem como do lençol freático, depende das características físico-químicas do solo, ao passo que poluentes podem atingir as águas anos após seu descarte. Logo, a camada abaixo da superfície pode armazenar contaminantes por um longo período, afetando microbiota (fungos e bactérias) e a macrobiota (artrópodes e anelídeos) ali presentes.

Outrossim, os contaminantes provenientes dos resíduos sólidos alteram o pH do solo. A acidez excessiva, além de alterar a concentração de compostas presentes naturalmente no solo, impede a sobrevivência de espécies vegetais.

3.2 Ar

Dentre os diversos prejuízos que o tratamento incorreto dos resíduos sólidos pode causar está a poluição do ar. Os resíduos sólidos podem emitir poluentes durante a sua produção, consumo e decomposição, inclusive gases causadores do efeito estufa (GEEs) como metano, dióxido de carbono e óxidos de nitrogênio. Esses gases são capazes de absorver e então re-emitir a radiação infravermelha, causando aumentos na temperatura média do planeta Terra, o que pode se tornar prejudicial para diversos aspectos do meio ambiente.



Nesse contexto, a deposição dos resíduos sólidos em lixões e aterros sanitários se configura como um fator importante nesse processo, uma vez que a sua decomposição contribui com as emissões de metano na atmosfera. Ademais, a queimada desses detritos à céu aberto ou então sem os devidos equipamentos também intensifica a poluição do ar, tendo em vista que essa atividade emite diretamente partículas e poluentes atmosféricos como o dióxido de carbono.

Fonte: Marcos Santos/ USP Imagens.



Dessa forma, os efeitos do tratamento incorreto dos resíduos sólidos não se restringem apenas à área de descarte, com a liberação de gases poluentes e tóxicos na atmosfera toda a população é impactada por essa questão. A poluição atmosférica intensifica as mudanças climáticas, prejudica diversos ecossistemas, além de afetar a saúde pública por ser um fator de risco para doenças respiratórias e cardiovasculares. Assim, a destinação correta dos resíduos sólidos é essencial para conter esses impactos e preservar o meio ambiente.

3.3 Saúde Pública

A incorreta destinação dos resíduos sólidos contribui para a transmissão de doenças. Sobretudo a partir do chorume, líquido escuro proveniente da decomposição de material orgânico que contém metais, nutrientes e patógenos, ocorre a atração de vetores de doenças como ratos e insetos. Esses organismos carregam agentes etiológicos (como bactérias e protozoários) que se reproduzem em lixões e aterros sanitários.

Em geral, os lixões são espaços cuja destinação dos resíduos não oferece garantia de manejo ambiental. Logo, contaminantes são facilmente espalhados pelo solo e água, chegando facilmente à população. Esse método de descarte de resíduos foi proibido no Brasil com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a qual determinou um prazo de 4 anos para o fim dos lixões. Infelizmente, isso não ocorreu, e diversos municípios ainda contam apenas com esse método inadequado de descarte.



Fonte: Cecília Bastos/USP Imagens

Além disso, vale ressaltar que essa problemática atinge estratos sociais de maneira desigual. A fim de diminuir a poluição visual e com o avanço de uma política higienista, os lixões estão situados nas periferias dos centros urbanos brasileiros. Dessa maneira, populações marginalizadas e em situação de vulnerabilidade socioeconômica são as mais atingidas pelas consequências nefastas desses aglomerados de lixo, já que a falta de cuidado e manejo inadequado dos resíduos compromete as condições do solo, da água e do ar de comunidade que margeiam esses lixões.

Sendo assim, os quase 3 mil lixões ativos no Brasil contribuem não somente para a degradação ambiental, mas também para a diminuição da qualidade de vida de populações que não acessam os centros elitizados das cidades. Isso se manifesta, sobretudo, a partir de doenças, as quais são, também, potencializadas pela falta de saneamento básico e higiene básica nessas áreas.

São exemplos dessas doenças:

Cólera

Doença bacteriana intestinal transmitida por alimentos ou água contaminados ou por via fecal-oral. Uma toxina produzida pela bactéria afeta a parede do intestino, fazendo-o secretar grandes quantidades de água, Diarréia, desidratação, vômitos, dores estomacais e câimbras são os principais sintomas;

Causada pela ingestão de cistos de um protozoário transmitido por água e alimentos contaminados. Cólicas e diarreias são os sintomas principais.

Giardíase

Dengue

Ocorre pela transmissão do vírus da dengue pelo mosquito *Aedes aegypti*. Água parada em espaços abertos e em resíduos descartados incorretamente contribuem para a reprodução do mosquito. Os sintomas principais são dores no corpo e febre.

Doença bacteriana transmitida pela ingestão de água ou alimentos contaminados com o patógeno. Febre alta, dores de cabeça, falta de apetite e manchas pelo corpo são os sintomas mais comuns.

Febre Tifoide

Ademais, resíduos classificados como perigosos podem afetar a saúde pública por meio da contaminação do solo, da água e da atmosfera, causando doenças infecciosas, cardiorrespiratórias, entre outras. Esses rejeitos ainda podem prejudicar a população de maneira direta com o manejo incorreto e a inalação de substâncias tóxicas provenientes desses materiais. Nesse contexto, um exemplo dessa forma de contaminação é o acidente com Césio-137 ocorrido no ano de 1987 em Goiânia, que afetou a saúde de diversas pessoas e causou quatro mortes, por conta do descarte e manejo incorreto de um aparelho de radioterapia que continha essa substância.

Césio-137 Goiânia

Acontecido em setembro de 1987, o acidente com Césio-137 em Goiânia é um exemplo trágico de como o manuseio indevido dos resíduos sólidos pode impactar gravemente a sociedade geral. A tragédia se iniciou com o manuseio incorreto de um aparelho de radioterapia descartado em um ferro-velho. Por conter chumbo, metal de alto valor empregado, o aparelho foi levado para dois outros depósitos. Partículas do material foram espalhadas pelo meio ambiente, fator contribuído pelo fato de o Césio-137 ter alta solubilidade.

Além disso, as pessoas que manusearam o material espalharam a substância pela comunidade, ampliando a quantidade de indivíduos que sofreram impactos na saúde. Além de sintomas como náuseas, diarreias, vômitos e queimaduras a primeiro prazo, distúrbios hormonais e doenças crônicas também foram provocados.

Fonte: Jornal UFG



4 Responsabilidade Compartilhada

4.1 Estabelecimentos de descarte

Os resíduos domésticos, como restos de alimentos, embalagens, papel higiênico, etc. devem ser descartados da melhor forma possível. Vamos descobrir como realizar isso passo a passo!

Primeiramente, é importante separar os resíduos entre três categorias: resíduos que podem ser reciclados, resíduos tóxicos e resíduos comuns que não podem ser reciclados (“lixo comum”).



Recicláveis: papéis, plásticos, vidros, metais, sucatas (de fogão, televisão e máquina de lavar, por exemplo).

Lixo domiciliar ou comum: cascas de frutas, verduras, sobras de alimentos, papel higiênico, papel toalha, guardanapos, entre outros.



Lixo Tóxico: pilhas, baterias, toner de impressão, embalagens de inseticidas, tintas, remédios vencidos, remédios vencidos, lâmpadas fluorescentes, etc.

Em Curitiba, a prefeitura realiza a coleta seletiva, um serviço que contribui para a destinação correta dos resíduos. A coleta seletiva é feita em dias e horários específicos da semana, mas recolhe apenas resíduos recicláveis e rejeitos comuns. Para rejeitos tóxicos, é necessário levá-lo a caminhões especializados para receber esses rejeitos (Coleta Especial), que ficam ao lado de terminais de ônibus de acordo com cronograma da Prefeitura.



- **O que fazer se onde você mora não tem acesso a coleta seletiva regular em casa?**

Ainda, para resíduos eletroeletrônicos, há diversas formas de destiná-los. Exemplos desses resíduos são: micro-ondas, TVs, batedeiras, aspiradores, ventiladores, calculadoras, rádios, computadores, notebooks, celulares, impressoras, entre outros.

Dentre as opções disponíveis, há os caminhões da coleta seletiva (para até duas unidades), Ecopontos, administrações regionais com pontos de coleta (Boqueirão, Tatuquara e Cajuru) e mutirões quadrimestrais de coleta com o Ecocidadão.

4.2 Reciclabilidade



Você sabia que alguns materiais recicláveis não são de fato reciclados?

O conceito de reciclabilidade pode nos explicar isso. De modo geral, pode ser definida como a **capacidade de alguns materiais serem reciclados ou não**. Isso se deve a alguns fatores, como por exemplo: A coleta destes materiais; O custo necessário para o processo de reciclagem; O retorno tanto financeiro quanto socioambiental; O reaproveitamento em larga escala e etc.

“A reciclabilidade pode ser projetada nos produtos em termos de escolha de materiais e garantir que muitos deles sejam 100% recicláveis. Para a OECD, é responsabilidade do fabricante garantir, não só que os produtos sejam projetados para serem reciclados, mas que os programas de reciclagem dos produtos existam e sejam utilizados.”

Por exemplo, as embalagens feitas de plásticos são consideradas como recicláveis em geral, mas há diferentes tipos de plástico e eles variam quanto à reciclabilidade.



O plástico PET (polietileno tereftalato) é considerado altamente reciclável. Ele pode ser encontrado em garrafas de refrigerante e água, embalagens de alimento, etc. Por outro lado, o PS (poliestireno) é um plástico de difícil processamento, que não é aceito em centros de reciclabilidade principalmente na sua forma expandida (isopor), logo que seu volume é muito maior para a mesma quantidade de massa.

4.3 O que podemos fazer?

“Quando falamos sobre resíduos, precisamos lembrar das três etapas do consumo: compra, uso e descarte. Em cada uma delas é possível, por meio de hábitos de consumo consciente, diminuir a geração de resíduos e destinar corretamente os que são gerados em diferentes circunstâncias: em casa, no trabalho ou em outros ambientes que fazem parte do nosso cotidiano.” - Helio Mattar, Presidente do Instituto Akatu.

O consumismo é uma tendência de consumo exacerbado, geralmente de objetos que não são necessários. A indústria da moda “Fast Fashion” e “Ultra Fast Fashion” acabam incentivando esse comportamento, ao terem uma produção constante de roupas que visa seguir tendências das redes sociais, que são cada vez mais passageiras. Além disso, essas indústrias estão frequentemente relacionadas a condições de trabalho exaustivas e minimização dos custos de produção ao utilizar matérias primas de fontes não sustentáveis e muitas vezes com a presença de componentes tóxicos.

Obsolescência:

a) **Obsolescência programada:** perda da funcionalidade de um produto num curto período de tempo, planejada pela empresa de forma a parar atualizações de software ou dificultar reparos.

b) Obsolescência percebida: perspectiva do usuário de que aquele equipamento já está ultrapassado e que deve ser substituído. 1/3 dos brasileiros que possuem smartphones tem a intenção de trocar de aparelho em menos de um ano, o que é um pensamento consumista logo que em um período tão curto não haverá mudanças tão grandes nas suas funções. Além disso, a produção de um aparelho celular requer muitas matérias primas, tornando a opção de reparar e manter o aparelho atual a solução mais sustentável.



Repensar o nosso padrão de consumo: Podemos perceber que na sociedade atual o consumo exacerbado é muito incentivado, para que os consumidores comprem produtos novos mesmo que os “antigos” ainda sejam funcionais. Esse ritmo de consumo cada vez maior aumenta muito a produção de resíduos, e estes por vários fatores (como explicado sobre a reciclabilidade) muitas vezes não são reciclados, o que se torna muito prejudicial ao meio ambiente.

↓ **Menos embalagens e embalagens** ↑ **mais sustentáveis:**

Evite embalagens de uso único, como um copinho de café ou sorvete.

→ Se atente a produtos com embalagem reduzida.



Evite produtos com embalagens em excesso, como frutas embaladas.

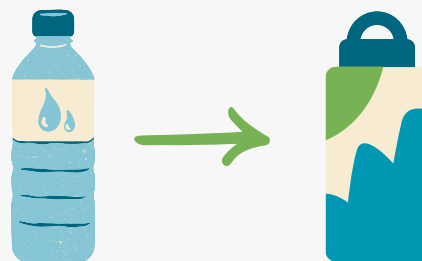
→ Opte por alimentos in natura.

Questione o uso excessivo!



Faça a destinação adequada das embalagens.
→ Opte por embalagens recicláveis, biodegradáveis ou compostáveis.

Se possível use seu próprio recipiente, por exemplo evitando usar um copo plástico ao levar o seu.

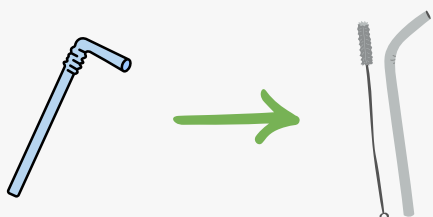


Opte por produtos concentrados e refis, evitando pagar “pela água” do produto.

Procure consumir produtos mais duradouros:

- 🔄 Evite produtos descartáveis.
- 🔄 Evite produtos contendo microplásticos.
- 🔄 Considere reparar o produto
- 🔄 Expresse sua insatisfação.

Opte por produtos com maior vida útil. Por exemplo, a lâmpada LED gasta menos energia e dura mais.



Opte por produtos duráveis e de melhor composição, como um canudo feito de metal ao invés de um canudo de plástico.

Separar o lixo para facilitar o processo de reciclagem:

Um dos grandes problemas enfrentados no processo de reciclagem de resíduos sólidos é a obtenção dos materiais que podem ser reciclados. Assim, uma pequena atitude que pode gerar uma grande mudança é o simples fato de separar estes resíduos, como em recicláveis e orgânicos, por exemplo. Uma das grandes ações que mobilizaram muitas pessoas foi a família folha, símbolo de Curitiba sobre reciclagem e separação de lixo.



- Identifique os resíduos recicláveis e retire o excesso de matéria orgânica, para facilitar sua reciclagem.

- Separe corretamente os resíduos.

- Faça a destinação correta dos resíduos recicláveis e rejeitos.



- Tentar aplicar processos que ajudem a lidar com resíduos sólidos, como a compostagem e a reutilização de produtos e materiais: Uma ação que vai diretamente contra o consumo exacerbado é a reutilização de objetos e materiais. O que pode prolongar a vida destes, e até mudar seu propósito. A compostagem também é uma ótima prática que pode ser adotada de forma residencial e pública com foco em resíduos orgânicos.



- Se possível composte os resíduos orgânicos ou entregue a Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) que destinam à compostagem.

- Promover diálogos sobre o assunto para que possamos entender melhor e promover mudanças.

Referências

- ALVES, T. C.; GIRARDI, R.; PINHEIRO, A. Micropoluentes orgânicos: ocorrência, remoção e regulamentação. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, 2017.
- BALDÉ, C. P.; KUEHR, R.; YAMAMOTO, T.; MCDONALD, R.; D'ANGELO, E.; ALTHAF, S.; BEL, G.; DEUBZER, O.; FERNANDEZ-CUBILLO, E.; FORTI, V.; GRAY, V.; HERAT, H.; HONDA, S.; IATTONI, G.; KHETRIWAL, D. S.; CORTEMIGLIA, V. L.; LOBUNTSOVA, Y.; NNOROM, I.; PRALAT, N.; WAGNER, M. The Global E-waste Monitor 2024. Geneva/Bonn. Disponível em: https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2024/03/GEM_2024_18-03_web_page_per_page_web.pdf. Acesso em: 2 jul. 2024.
- BRASIL. Confederação Nacional de Municípios. Semana do Meio Ambiente: a relação entre poluição do ar e gestão de resíduos sólidos. Disponível em: <https://cnm.org.br/comunicacao/noticias/semana-do-meio-ambiente-a-relacao-entre-poluicao-do-ar-e-gestao-de-residuos-solidos>. Acesso em: 20. jun. 2024.
- BRASIL. Fundação Nacional da Saúde. Resíduos Sólidos e a Saúde da Comunidade: Informações Técnicas sobre a Interrelação Saúde, Meio Ambiente e Resíduos Sólidos. 1. ed. Brasília, DF: Funasa, 2013.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, n. 147, 03 ago. 2010. Seção 1, p. 3.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Publicações. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br>. Acesso em 17. jun. 2024.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, n. 226, 22 nov. 2002. Seção 1, p. 85-91.
- BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos. Disponível em: sinir.gov.br.
- CHAGURI, J. L. Cromatografia Líquida. Universidade Estadual Paulista. Disponível em: <https://ceatox.ibb.unesp.br/padrao.php?id=15>. Acesso em: 17 jun. 2024.
- CHAUHAN, G.; SEVDA, S. Solid Waste Management: Chemical Approaches. CRC Press: London, v.1, 2024.
- DANNORITZER, C. A história secreta da obsolescência programada. Direção e Produção. Arte France, Televisión Española e Televisió de Catalunya. Espanha: 2010. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=oOk7UhDpOAo>.
- DIAS M. G. Poluentes emergentes: cenário atual e desafios com ênfase na aplicação da modelagem matemática. Monografia - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Química. São Paulo, 2020.
- GARCIA, C. A. B.; PASSOS, E. A. Metais Potencialmente Tóxicos. Disponível em: https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/13475109042012Quimica_Ambiental_Aula_9.pdf. Acesso em: 17 jun. 2024.
- GOIÁS. Secretaria de Estado da Saúde. Césio 137 Goiânia. Disponível em: <https://goias.gov.br/saude/cesio-137-goiania/#:~:text=Em%20setembro%20de%201987%20aconteceu,e%20indiretamente%20centenas%20de%20pessoas>.
- GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. *Ciência & saúde coletiva*, v. 17, p. 1503-1510, 2012.
- GRUBBA, L. S.; LOCATELLI, H.. Obsolescência programada: impactos no desenvolvimento sustentável e sustentado na sociedade contemporânea. *Revista de Direito*, v. 15, n. 1, p. 6, 2023.
- JUNIOR, G. A. B.; SOARES, N. M. OBSOLESCÊNCIA PROGRAMADA: produtos com hora marcada para morrer. *Revista Interface Tecnológica*, v. 17, n. 1, p. 648-660, 2020.
- KRUZE, Z. Advances in Chemical Pollution, Environmental Management and Protection: Micro/Nanoplastics in the Aquatic Environment: Fate, Toxicology and Management. Elsevier Inc., 2024.
- LOPEZ, V. M. R. Micropoluentes Orgânicos em Águas: A Problemática dos Desreguladores Endócrinos. 16º Congresso Nacional de Iniciação Científica, 2016.
- LUCAORA, G. R. L. O DESCARTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS NAS ÁGUAS: EXPERIÊNCIAS BRASILEIRAS E ESPANHOLAS, COM BASE NOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Dissertação (Mestrado em Ciência Jurídica), Itajaí, Santa Catarina. 2021. 185.
- MADDELA N. R., REDDY K. V., RANJIT P. Micro and Nanoplastics in Soil: Threats to Plant-Based Food. Springer Nature Switzerland AG, 2023.
- MARENGONI, N. G.; KLOSOWSKI, E. S.; OLIVEIRA, K. P.; CHAMBO, A. P. S.; JUNIOR, A. C. G. Bioacumulação de metais pesados e nutrientes no mexilhão dourado do reservatório da Usina Hidrelétrica de Itaipu Binacional. *Química Nova*, v. 36, n. 3, p. 359-363, 2013.
- MONTONE, R. C. Bioacumulação e Biomagnificação. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.io.usp.br/index.php/ocean-coast-res/31-portugues/publicacoes/series-divulgacao/poluicao/811-bioacumulacao-e-biomagnificacao.html>. Acesso em: 16 jun. 2024.
- NASCIMENTO, O. O.; FLORENTINO, A. C.; OLIVEIRA, A. F.; FAUSTINO S. M. M.; VIANA L. F.; LACERDA I. A. R.. Biorremediação de Metais Pesados Utilizando Microalgas: Princípios e Aplicações. São Paulo: Editora Dialética, 2022.
- OLIVEIRA V. B.; DONATO M. E. A. A. L.; LIMA C. G. S.; FREITAS E. C.; SANTOS I. R. F.; LEAL T. P.; ALMEIDA S. M. Impactos Ambientais e Toxicológicos pela Contaminação de Fármacos Principalmente Antibióticos em Ambientes Aquáticos: Revisão da Literatura. *Revista Ibero - Americana de Humanidades, Ciências e Educação*. São Paulo, v.9.n.07. jul. 2023.

OLIVEIRA, F. J. S.; JUCÁ, J. F. T. Acúmulo de metais pesados e capacidade de impermeabilização do solo imediatamente abaixo de uma célula de um aterro de resíduos sólidos. Engenharia sanitária e ambiental, v. 9, p. 211-217, 2004.

RAMESHA, C.; DAS, D. B. Solid Waste Management: Principles and Practice. Springer: Switzerland, ed.2, 2024.

ROSSINI, V.; NASPOLINI, S. H. D. F. Obsolescência programada e meio ambiente: a geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Revista de direito e sustentabilidade, v. 3, n. 1, p. 51-71, 2017.

SANTANA, I. C. Análise dos impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos de construção e demolição em Conceição de Almeida - BA. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2016. Disponível em: https://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com_chronoforms5/chronoforms/uploads/tcc/20190314175553_2015.2__TCC_Izira_Cunha_Santana_-_Anlise_Dos_Impactos_Ambientais_Causados_Pelos_Resduos_Slidos_De_Construo_E_Demolio_Em_Conceio_Do_Almeida__Ba.pdf. Acesso em: 25.jun.2024

SANTOS, T Mercúrio: contaminação causa diferentes problemas à saúde. In vivo: Fiocruz. Disponível em: <https://www.invivo.fiocruz.br/biodiversidade/contaminacao-por-mercúrio/>. Acesso em: 17. jun. 2024.

SÃO PAULO. Universidade de São Paulo. USP Imagens. Disponível em: <https://imagens.usp.br/>. Acesso em: 24. jun. 2024.

SÃO PAULO. Universidade Estadual Paulista. Cromatografia a Gás. Disponível em: <https://ceatox.ibb.unesp.br/padrao.php?id=12>. Acesso em: 17 jun. 2024.

SENAC-MT. 5 Rs da sustentabilidade: Saiba como preservar o meio ambiente. Disponível em: <https://www.mt.senac.br/ecos/dicas/210>, 2021.

SOBRAL P. Oceano de Plástico. Fundação Francisco Manuel dos Santos, Setembro de 2022.

VETTORELLO, G.; BRANDT, V.; DALLAZEN, M. C.; KUNH, D.; ETGETON, H. P.; SPELLMEYER, J. G.; CARLESSO, W. M.; HOEHNE, L. Micropoluentes em Água - O Novo Desafio Emergente. Revista Caderno Pedagógico, Lajeado, v.14, n.1, 2017.

