



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO



ECOLOGIA APLICADA À ENGENHARIA

Prof. Alena Torres Netto
Email: alenanetto@eng.uerj.br



Gestão ambiental



- Tentar determinar as condições de produção do melhor ambiente possível para o ser humano, renovando sem cessar as formas de apropriação da natureza
- Tentar determinar o que é suportável pela natureza, estabelecendo limites à ação da sociedade

Qualidade Ambiental (Sánchez, 2013)



- É uma medida da condição de um ambiente relativa aos requisitos de uma ou mais espécies e/ou de qualquer necessidade ou objetivo humano
- Deve ser descrita com a ajuda de **indicadores** objetivos e apreendida no plano da sua percepção pelos diferentes atores sociais

Impacto Ambiental



- Qualquer alteração no meio ambiente em um ou mais de seus componentes provocada por uma ação humana (Moreira, 1992)
- O efeito sobre o ecossistema de uma ação induzida pelo homem (Westman, 1995)
- A mudança em um parâmetro ambiental num determinado período e numa determinada área, que resulta de uma dada atividade, comparada com a situação que ocorreria se essa atividade não tivesse sido iniciada (Wathern, 1988)



Impacto Ambiental





Impacto Ambiental

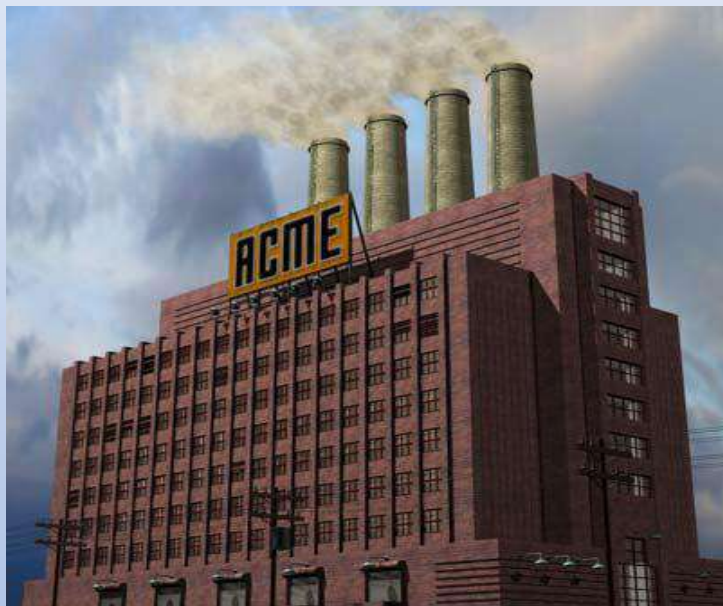


Degradação Ambiental

- Qualquer alteração **adversa** dos processos, funções ou componentes ambientais, ou como uma alteração adversa da qualidade ambiental - **impacto ambiental negativo**. (Sánchez, 2006)
- Qualquer estado de alteração de um ambiente e **qualquer tipo de ambiente** (o construído ou o natural)



POLUIÇÃO



- Introdução no meio ambiente de qualquer forma de matéria ou energia que possa afetar negativamente o homem ou outros organismos (Sánchez, 2006)



Exemplos de poluentes

- Elementos ou compostos químicos presentes nas águas superficiais ou subterrâneas, cujas concentrações podem ser medidas por procedimentos padronizados e para alguns dos quais existem padrões estabelecidos;
- Material particulado ou gases potencialmente nocivos presentes na atmosfera;
- Ruídos
- Vibrações
- Radiações



POLUIÇÃO

Em relação aos resíduos vamos ver dois conceitos importantes associados aos problemas ambientais, são dois conceitos de uso corrente e que muitas vezes são empregados de forma errada!

CONTAMINAÇÃO

A contaminação é a presença, num ambiente, de seres patogênicos, que provocam doenças; ou substâncias, em concentração nociva ao ser humano.

POLUIÇÃO

Poluição é uma alteração ecológica, ou seja, uma alteração na relação entre os seres vivos, provocada pelo ser humano, que prejudique, direta ou indiretamente, nosso bem-estar, como danos aos recursos naturais como a água e o solo e impedimentos a atividades econômicas como a pesca e a agricultura.



POLUIÇÃO



- **Poluentes** : subprodutos das atividades humanas, que causam impacto ambiental negativo.
- **Fontes de Poluição:**
 - ✓ Pontual (Local);
 - ✓ Difusa (Dispersa).
- A poluição também pode ser classificada quanto aos seus efeitos:
 - ✓ Efeitos locais ou regionais;
 - ✓ Efeitos globais.



POLUIÇÃO



Qualquer agente que lançado no ambiente altera suas características naturais, físicas, químicas e biológicas causando danos ou prejuízos é um *poluente e, conseqüentemente, produz poluição.*

Poluentes de matéria e de energia



POLUIÇÃO



- ✓ Tomando como base a espécie humana, tal definição, aplicada às ações praticadas pela espécie humana, levaria à conclusão de que todos os atos oriundos desta espécie são atos poluidores; o simples ato de respirar, por exemplo.
- ✓ A fim de que se estabelecessem limites para considerar o que, dentro do razoável, fosse considerado como poluição, foram estabelecidos parâmetros e padrões.
- ✓ Os **parâmetros** para indicar o que está poluindo e os **padrões** para quantificar o máximo permitido em cada parâmetro - São definidos em legislação.



LEGISLAÇÕES AMBIENTAIS

Constituição Federal de 1988

Política Nacional do Meio Ambiente - Lei Federal no 6938 / 1981

Política Nacional de Recursos hídricos - Lei Federal no 9433 / 1997

Lei de crimes ambientais - Lei Federal nº 9.605 / 1998

Lei 11.445/2007 - Política Nacional de Saneamento Básico

Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos - nº 12.365 de 02/08/2010

Resoluções CONAMA: Licenciamento ambiental; Avaliação de impacto ambiental

POLUIÇÃO

Fatores causadores

- ✓ Desenvolvimento da indústria
- ✓ Crescimento da população humana

Principais ações antrópicas

- ✓ Atividade industrial
- ✓ Agricultura
- ✓ Pecuária
- ✓ Mineração
- ✓ Queima de combustíveis fósseis



Poluição

Principais tipos de poluição

- ✓ Poluição atmosférica
- ✓ Poluição hídrica
- ✓ Poluição do solo
- ✓ Poluição térmica
- ✓ Poluição sonora
- ✓ Poluição visual

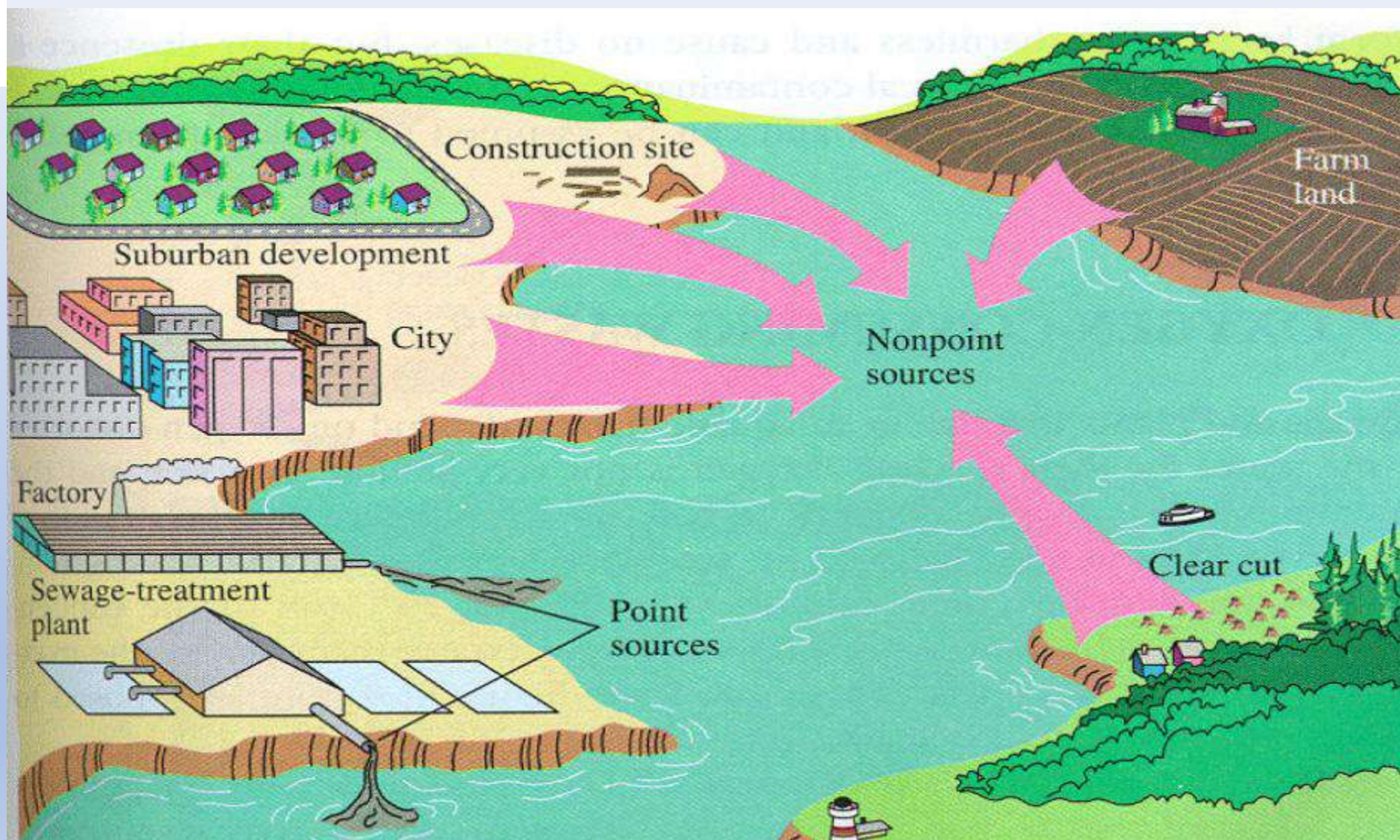




POLUIÇÃO HÍDRICA

- ✓ Está associado às alterações indesejáveis provocadas pelas atividades antrópicas
- ✓ É qualquer alteração nas características físicas, químicas ou biológicas da água que cause impactos e prejudique os seus usos pretendidos
- ✓ É resultado do lançamento de substâncias ou de formas de energias que, altere a natureza do ambiente não considerando a capacidade de recuperação natural do meio
- ✓ A água é poluída por uma vasta gama de produtos, podendo ser dividida pelas suas características: **Poluição pontual e poluição difusa**

POLUIÇÃO HÍDRICA



POLUIÇÃO HÍDRICA





Principais fontes

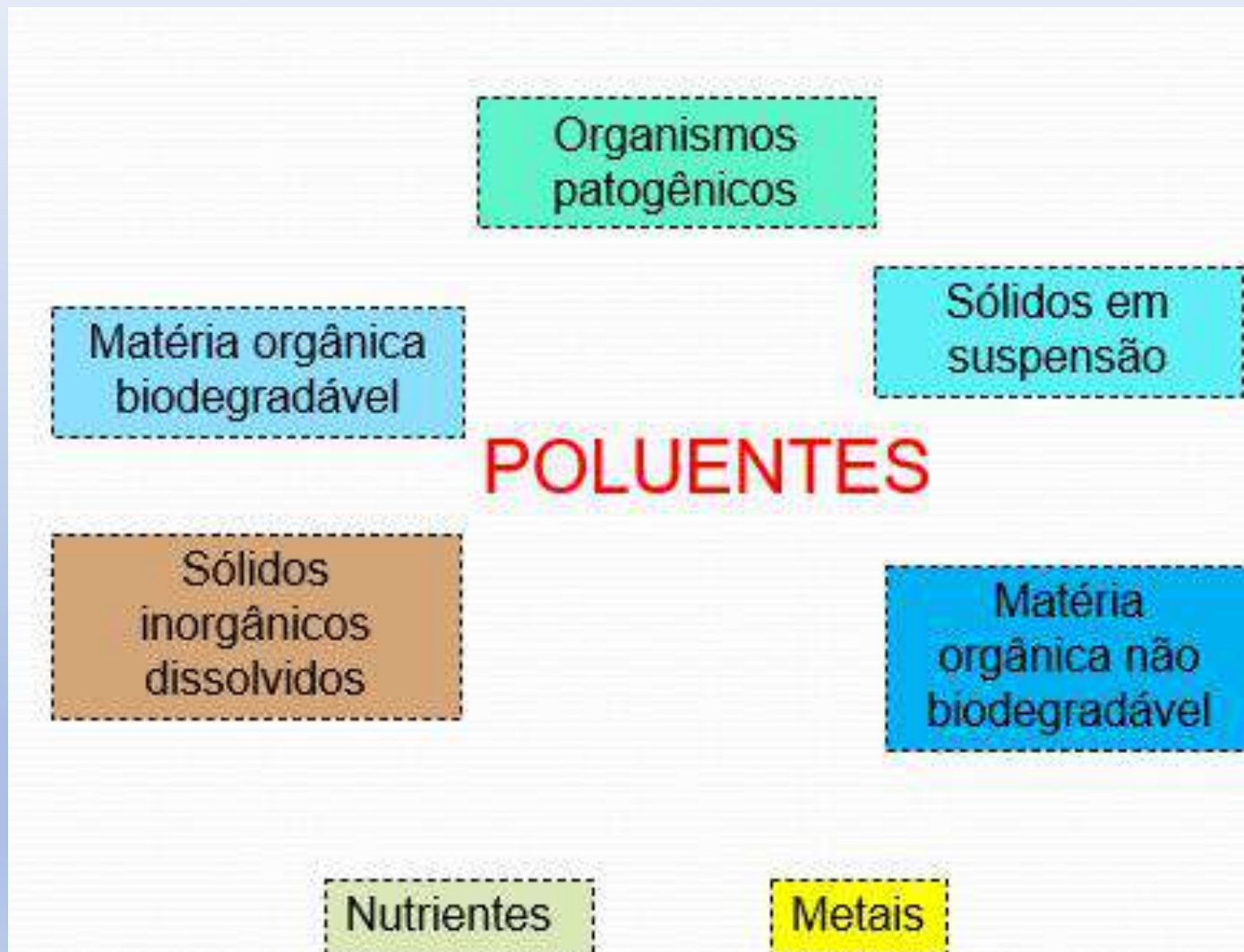


- ✓ Esgotos domésticos - compostos orgânicos biodegradáveis
- ✓ Despejos industriais - águas residuárias de atividade industrial
- ✓ Despejos da agropecuária - fertilizantes, pesticidas
- ✓ Águas urbanas de escoamento superficial - lavagem dos telhados, ruas e rodovias pelas chuvas.

Problemas básicos dos recursos hídricos

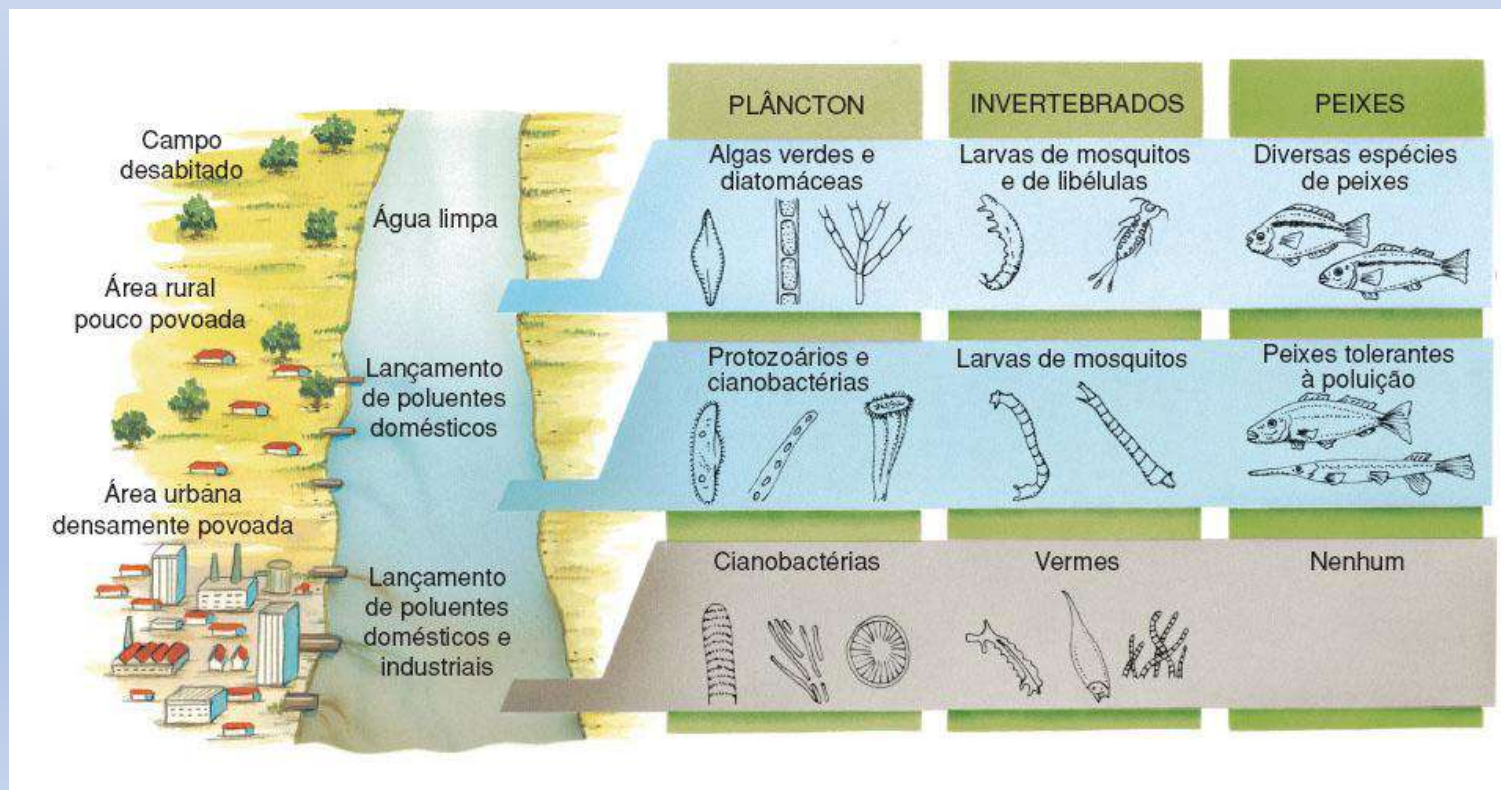
- ✓ Escassez quantitativa
- ✓ Escassez qualitativa
- ✓ Excesso de água

Principais Poluentes



POLUIÇÃO HÍDRICA

- Lançamento de esgotos domésticos em rios, lagos e mares.
 - Promove o aumento da quantidade de nutrientes no ambiente aquático.
 - Leva à ocorrência da **eutrofização**.



POLUIÇÃO HÍDRICA

Eutrofização



Maré vermelha



Peixes mortos

POLUIÇÃO HÍDRICA

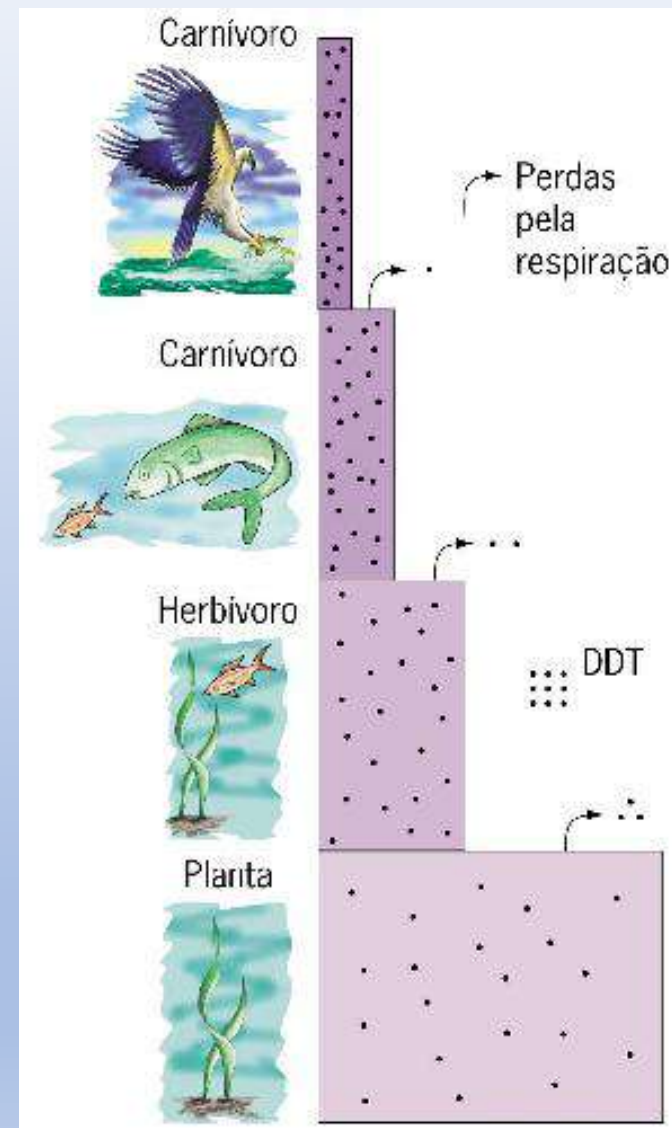
• Magnificação Trófica

Alguns produtos, por não serem biodegradáveis, permanecem nos ecossistemas e entram nas cadeias alimentares, passando dos produtores aos consumidores dos diversos níveis.

Como a energia é perdida ao longo da cadeia alimentar, os organismos situados num nível trófico superior, necessitam ingerir uma quantidade de biomassa maior do que se comparado ao nível trófico anterior.

Organismos situados em níveis mais elevados da cadeia alimentar ingerem grandes quantidades de compostos bioacumuláveis e sofrem mais com as consequências.

Exemplos de compostos bioacumulativos
- Mercúrio - Chumbo - DDT



Acúmulo de DDT numa cadeia alimentar



POLUIÇÃO HÍDRICA



DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA X AÇÕES DO HOMEM

Grupo de Doenças	Exemplos	Como a Poluição aparece	Fontes Antrópicas Comuns
Doenças virais	Hepatite A, gastroenterites virais	Contaminação fecal direta da água	Esgoto sem tratamento, ligações clandestinas
Doenças bacterianas	Cólera, febre tifoide, diarreias	Aumento de coliformes fecais na água de consumo e recreação	Lançamento de esgoto, falha no tratamento de água
Doenças parasitárias	Giardíase, criptosporidiose, esquistossomose	Contaminação por fezes e ambientes aquáticos degradados	Esgoto em valas, manejo inadequado de resíduos
Doenças associadas a enchentes e lixo	Leptospirose, infecções de pele	Enchentes, água parada e contato com resíduos	Acúmulo de lixo, drenagem deficiente, ocupação irregular



POLUIÇÃO HÍDRICA



TECNOLOGIAS DE MONITORAMENTO E TRATAMENTO

- **Sensoriamento remoto** usa satélites e drones para detectar alterações em corpos hídricos, como turbidez, presença de algas, temperatura e sedimentos.
- **Geoprocessamento** integra dados espaciais e temporais para mapear fontes de poluição, uso do solo, áreas de recarga e vulnerabilidade hídrica.
- Aplicações incluem:
 - Identificação de despejos ilegais
 - Monitoramento de bacias hidrográficas
 - Planejamento de ações de recuperação ambiental

ESSAS TECNOLOGIAS SÃO ESSENCIAIS PARA DIAGNÓSTICOS RÁPIDOS E PRECISOS, ESPECIALMENTE EM ÁREAS DE DIFÍCIL ACESSO



POLUIÇÃO HÍDRICA



- Estações de tratamento de esgoto (ETE) e água (ETA): As ETEs e ETAs são pilares do saneamento básico e da saúde pública

ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)

- Processos físicos e químicos: coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção
- Tecnologias emergentes: ozonização, membranas filtrantes, carvão ativado
- Garantem água potável conforme padrões da legislação (ex: Portaria GM/MS nº 888/2021)



POLUIÇÃO HÍDRICA



ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE)

- Tratamento primário: remoção de sólidos grosseiros
- Tratamento secundário: processos biológicos (lodos ativados, reatores anaeróbios)
- Tratamento terciário: remoção de nutrientes, metais pesados e patógenos
- Novas tecnologias incluem:
 - Reatores UASB (anaeróbios de fluxo ascendente)
 - Sistemas de lodo granular aerado
 - Monitoramento com sensores inteligentes e IA

Essas estações são fundamentais para reduzir a carga poluidora nos corpos hídricos e permitir o reuso seguro da água.



POLUIÇÃO HÍDRICA



SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA (SBN)

As SBN são estratégias que **imitam processos ecológicos** para tratar e proteger recursos hídricos:

- Exemplos: **Wetlands construídas**: áreas alagadas artificiais que filtram e degradam poluentes
Restauração de matas ciliares: reduz erosão e entrada de sedimentos
Jardins de chuva e biofiltros: captam e tratam águas pluviais urbanas
- Benefícios:

#Baixo custo operacional

#Integração paisagística

#Promoção da biodiversidade

Resiliência climática

**AS SBN SÃO ESPECIALMENTE EFICAZES EM ÁREAS URBANAS E PERIURBANAS,
ONDE O ESPAÇO É LIMITADO E OS IMPACTOS SÃO INTENSOS**



POLUIÇÃO HÍDRICA

Principais legislações associadas

- ✓ Lei nº 9.433/1997 - Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos
 - Cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos.
 - Criação do Sistema Nacional de Informação sobre Recursos Hídricos para a coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.
- ✓ Resolução CONAMA nº 357/2005 (alterada Pela Resolução 410/2009 e 430/2011) - Padrão de qualidade da água
- ✓ Portaria do MS nº 05/17 Anexo XX - Controle e a vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade atualizada Portaria GM/MS nº 888 /2021

POLUIÇÃO DO SOLO

- A poluição do solo consiste numa das formas de poluição, que afeta particularmente a camada superficial da crosta terrestre, causando malefícios diretos ou indiretos à vida humana, à natureza e ao meio ambiente em geral.
- Consiste na presença indevida, no solo, de elementos químicos estranhos, como os resíduos sólidos ou efluentes líquidos produzidos pelo homem, que prejudiquem as formas de vida e seu desenvolvimento regular.



POLUIÇÃO DO SOLO

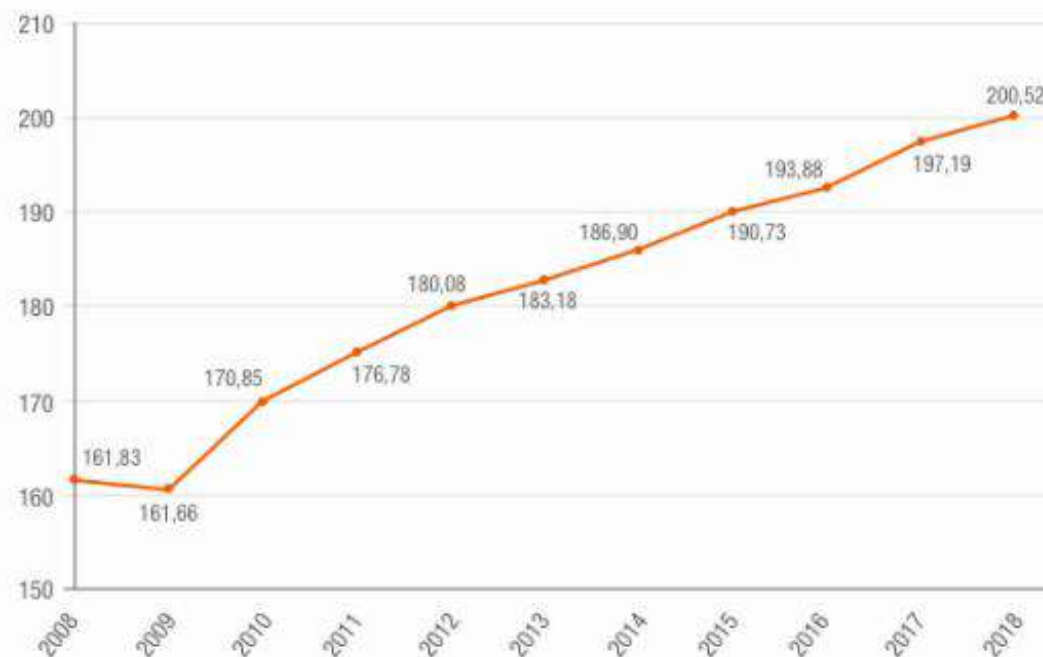
Principais tipos de poluição do solo:

- ✓ Poluição por uso de fertilizantes e defensivos agrícolas

O consumo global anual de fertilizantes

[EM MILHÕES DE TONELADAS MÉTRICAS]

A aplicação excessiva de fertilizantes é um dos principais contribuintes dos problemas ambientais relacionados à agricultura



FAO, 2019



POLUIÇÃO DO SOLO



Principais tipos de poluição do solo

- ✓ Poluição por falta de tratamento de esgoto
- ✓ Poluição por metais pesados - origem industrial e mineração
- ✓ Poluição por rejeitos industriais: qualquer resíduo de indústria que não trate seus componentes químicos e simplesmente os descarte no solo ou nos rios.
- ✓ Desastres naturais ou acidentes em indústrias: enchentes, terremotos, tsunamis e vendavais
- ✓ Poluição por resíduos urbanos - não utilização de aterros sanitários



POLUIÇÃO DO SOLO

CONSEQUÊNCIAS DA CONTAMINAÇÃO DO SOLO

As substâncias tóxicas que se depositam na superfície terrestre prejudicam a nossa saúde e bem-estar, bem como a qualidade dos alimentos, da água e do ar.

✓ Danos para a saúde

- Os poluentes da terra passam ao nosso organismo pelas cadeias alimentares, propiciando o aparecimento de doenças.
- Além disso, a disseminação dos antibióticos no meio ambiente favorece a resistência dos patógenos a estes medicamentos.



POLUIÇÃO DO SOLO

CONSEQUÊNCIAS DA CONTAMINAÇÃO DO SOLO

- ✓ Efeito na produção de alimentos
- Os agentes da poluição do solo comprometem a segurança alimentar da população mundial ao diminuir a quantidade e a qualidade das colheitas.

A **segurança alimentar** é definida pela *FAO* como uma "situação na qual todas as pessoas, em todos os momentos, têm acesso físico, social e econômico a recursos suficientes, seguros e alimentos nutritivos que atendam às suas necessidades dietéticas e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável"

- ✓ Mudanças climáticas
- A degradação do solo liberou entre 3,6 e 4,4 bilhões de toneladas anuais de CO_2 à atmosfera na primeira década do século XXI.



POLUIÇÃO DO SOLO

CONSEQUÊNCIAS DA CONTAMINAÇÃO DO SOLO

✓ Poluição da água e do ar

A deterioração da superfície terrestre repercute na qualidade da água e do ar, especialmente nos países em desenvolvimento.

✓ Deslocamentos de populações

A degradação do solo e as mudanças climáticas obrigarão que emigrem entre 50 e 700 milhões de pessoas até o ano 2050

✓ Desertificação

Previsão de 45 % da população mundial em 2050 ocupar áreas mais áridas do planeta, enquanto as zonas úmidas do mundo já perderam 87 % de sua área nos últimos três séculos.



POLUIÇÃO DO SOLO

CONSEQUÊNCIAS DA CONTAMINAÇÃO DO SOLO

✓ Desaparecimento de espécies

A poluição do solo é uma das principais causas que poderiam desencadear a sexta extinção em massa da história — a população terrestre de vertebrados já diminuiu 38 % entre 1970 e 2012.

✓ Impacto na economia

Estima-se que as perdas econômicas globais originadas da deterioração do solo cheguem a mais de 10 % do Produto Interno Bruto (PIB) mundial anual.



POLUIÇÃO DO SOLO



SOLUÇÕES PARA REDUZIR A POLUIÇÃO DO SOLO

A degradação do solo é um problema complexo que exige medidas conjuntas por parte dos governos, instituições, comunidades e indivíduos.

Estas são algumas das coisas que podemos fazer para melhorar a saúde do solo

- Consumir alimentos sustentáveis,
- Separar lixo
- Contribuir com a logística reversa: medicamentos, pilhas, baterias, lâmpadas, pneus, etc
- Incentivar um modelo mais ecológico de indústria, agricultura e pecuária,
- Exigir Saneamento básico e tratamento das águas residuais

- Melhorar o planejamento urbano das cidades e do transporte,
- Melhorar a gestão dos resíduos da mineração,
- Restaurar a topografia e conservar a camada superficial do solo.
- Incluir as comunidades locais e os povos indígenas na elaboração, implementação e avaliação da gestão sustentável do solo.



POLUIÇÃO DO SOLO



Principais legislações associadas

- ✓ Portaria nº 53/1979: dispõe sobre o controle de poluição provocada por resíduos sólidos - Normas para tratamento e disposição final de resíduos sólidos.
- ✓ Resolução CONAMA nº 307/2002. Dispõe sobre os resíduos da construção civil.
- ✓ Resolução CONAMA nº 273/2000. Dispõe sobre prevenção e controle da poluição em postos de combustíveis e serviços
- ✓ Resolução CONAMA nº 420/2009 Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas.
- ✓ Política Nacional de resíduos sólidos - Lei federal nº 12.305 / 2010.
- ✓ Legislações de planejamento urbano como: Estatutos da cidade, Planos diretores, Lei do uso e ocupação do solo, etc...



POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA



- ✓ A Poluição atmosférica refere-se às alterações da atmosfera susceptíveis de causar impacto a nível ambiental ou de saúde humana, através da contaminação por gases, partículas sólidas, líquidas em suspensão, material biológico ou energia.
- ✓ Para além de prejudicar a saúde, pode igualmente reduzir a visibilidade, diminuir a intensidade da luz ou provocar odores desagradáveis.



COMPOSIÇÃO ATMOSFÉRICA



Composição Química da Atmosfera		
Gás	Símbolo	Percentagem por Volume (%)
Nitrogênio	N ₂	78.08
Oxigênio	O ₂	20.95
Argônio	Ar	0.93
Vapor d'água	H ₂ O	0 a 4
Dióxido de Carbono	CO ₂	0.039
Metano	CH ₄	0.00018
Óxido Nitroso	N ₂ O	0.00003
Ozônio	O ₃	0 a 7 x 10 ⁻⁶
Clorofluorcarbonos	CFCs	2 x 10 ⁻⁹ a 5 x 10 ⁻⁸



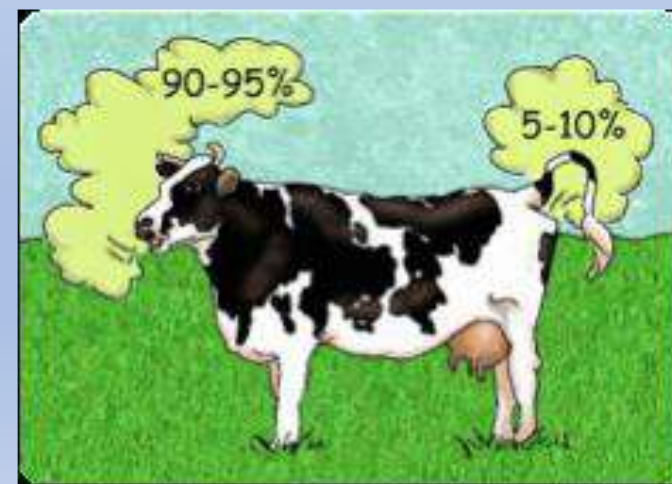
Fontes Fixas



Fontes Móveis



Fontes Naturais

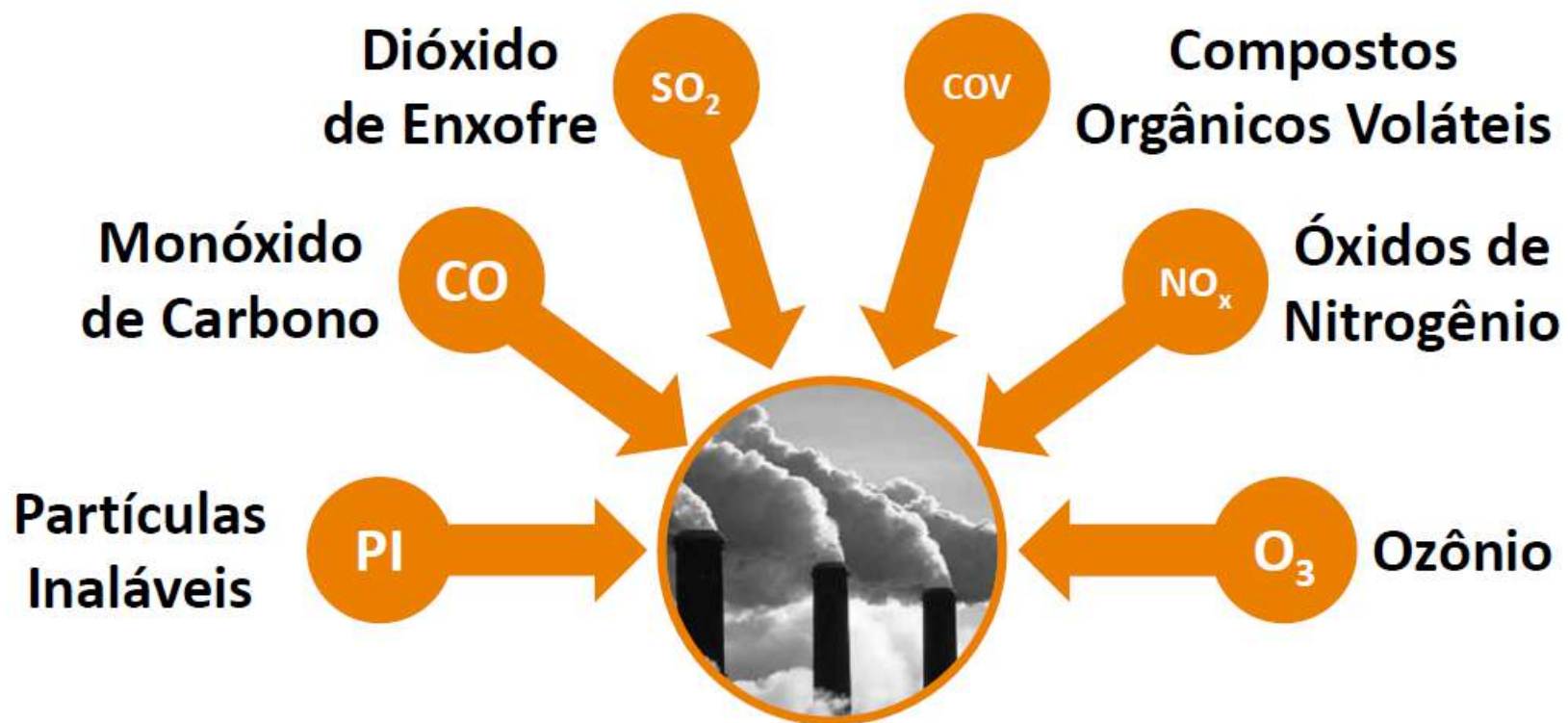




O que são poluentes atmosféricos?

- ✓ Os poluentes atmosféricos são geralmente classificados como **primários ou secundários**.
- ✓ Poluentes primários são os contaminantes **diretamente emitidos pelas fontes para o ambiente**, como no caso dos gases dos automóveis (monóxido de carbono, fuligem, óxidos de nitrogênio, óxidos de enxofre, hidrocarbonetos, aldeídos e outros).
- ✓ Poluentes secundários resultam de **reações dos poluentes primários com substâncias presentes na camada baixa da atmosfera e frações da radiação solar**
 - SO_3 (reação entre SO_2 e O_2)
 - Ácido Sulfúrico (reação entre o SO_3 e vapor d'água);
 - Ozônio (reação entre óxidos de nitrogênio e oxigênio na presença de luz solar);

POLUENTES CRITICOS





POLUENTES CRITICOS



Óxidos de carbono (COx)

- O CO é um gás incolor e inodoro que pode ser letal quando inalado em grandes quantidades. O CO é liberado em processos de combustão incompleta de materiais contendo carbono.
- As maiores fontes de CO são veículos e itens domésticos, como aquecedores a gás, chaminés, fogões a gás e churrasqueiras também liberam CO e podem afetar a qualidade do ar dentro de casa.
- Respirar ar com uma alta concentração de CO reduz a quantidade de oxigênio que pode ser transportado na corrente sanguínea para órgãos críticos como o coração e o cérebro. Em níveis muito altos (em ambientes fechados), o CO pode causar **tonturas, confusão, inconsciência e morte**.



POLUENTES CRITICOS



Óxidos de enxofre (SO_2)

- O Enxofre está presente **como impureza de combustíveis fósseis, principalmente diesel e carvão**. Na natureza, o enxofre pode ser liberado para o ar a partir de erupções vulcânicas.
- Ao entrar em contato com o oxigênio, o enxofre se transforma em dióxido (SO_2) e este em trióxido de enxofre (SO_3) - que reage com a umidade do ar formando o ácido sulfúrico (H_2SO_4), o qual ainda pode reagir com a amônia do ar e formar sulfato de amônia.
- Exposições de curto prazo ao SO_2 podem prejudicar o **sistema respiratório humano e dificultar a respiração**. Crianças, idosos e aqueles que sofrem de asma são particularmente sensíveis aos efeitos do SO_2 .

POLUENTES CRITICOS



Óxidos de nitrogênio (NO_x)

- Os óxidos de nitrogênio são um grupo de gases reativos.
- O NO₂ é usado como o indicador para o grupo maior de óxidos de nitrogênio e tem origem **em emissões veiculares e usinas termoeletricas**.
- Respirar ar com alta concentração de NO₂ **pode irritar as vias aéreas no sistema respiratório humano**. Tais exposições em períodos curtos podem agravar doenças respiratórias, particularmente asma, levando a sintomas respiratórios.
- Exposições mais longas a concentrações elevadas de NO₂ podem contribuir para o desenvolvimento de asma e aumentar a susceptibilidade às infecções respiratórias. Penetra profundamente no sistema respiratório, podendo dar origem a substâncias mutagênicas e carcinogênica
- No meio ambiente, também pode causar **chuva ácida**



POLUENTES CRITICOS



Material Particulado(MP)

- Mistura complexa de líquidos ou sólidos, como poeira, fumaça, fuligem, pólen e partículas do solo
- As partículas vêm em vários tamanhos e formas e podem ser constituídas por centenas de produtos químicos diferentes.
- Alguns são emitidos diretamente de uma fonte, como obras de construção, estradas não pavimentadas, campos, chaminés ou incêndios.
- Tamanho das partículas está diretamente ligado ao seu potencial para causar problemas de saúde



POLUENTES CRITICOS



Material Particulado(MP)

- **MP** são definidas por tamanho das partículas como **grandes e pequenas**
- **Poeira, sujeira, fuligem ou fumaça**, que são partículas grandes ou escuras o suficiente para serem vistas a olho nu.
- **Outros são tão pequenos** que só podem ser detectados usando um microscópio eletrônico. São classificados em 2 tamanhos:

MP 10: partículas inaláveis, com diâmetros de até 10 micrômetros (μm)

MP 2,5: partículas inaláveis finas, com diâmetros menores que 2,5 μm .
(O cabelo humano tem cerca de 70 μm de diâmetro)



POLUENTES CRITICOS



COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS

- Produtos químicos orgânicos que facilmente evaporam à temperatura ambiente.
Exemplos: metano, benzeno, xileno, propano e butano
- Na presença do sol, sofrem reações fotoquímicas que podem originar ozônio e smog.

Principais fontes de emissões externa

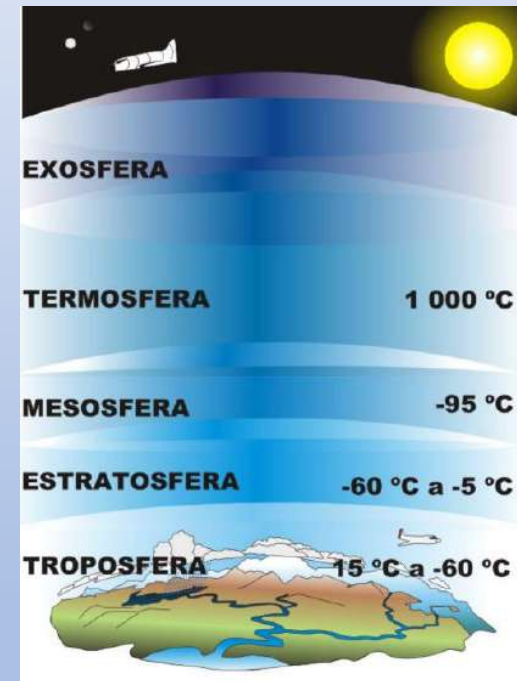
- Carros a gasolina (53%),
- Veículos a diesel (21%),
- Carros a álcool (19%)

Principais fontes de emissões interna

- Tintas e vernizes
- Produtos de limpeza
- Inseticidas

POLUENTES CRITICOS

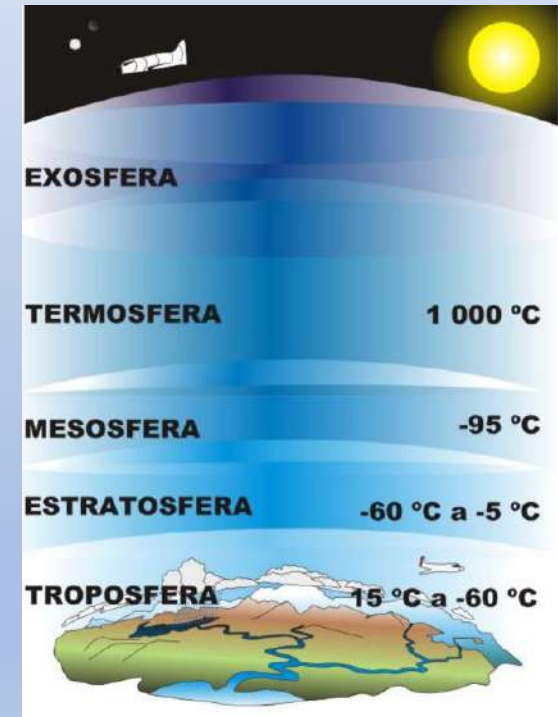
- ✓ Devido à concentração de **ozônio** ser maior na estratosfera, essa camada fica conhecida também como "**camada**" de **ozônio**, em termos literais, é uma região com alta concentração de **ozônio**.
- ✓ Este ozônio estratosférico absorve toda radiação ultravioleta B (UV-B) e uma parte de outros tipos de radiação ultravioleta, protegendo os seres vivos presentes na superfície terrestre,
- ✓ Quando se fala da destruição da camada de **ozônio**, isso envolve um processo fora do ciclo normal de formação-destruição do **ozônio**, ou seja, gases que aceleram a destruição do **ozônio** facilitando a entrada dos raios ultravioletas na superfície da Terra.
- ✓ Esses raios na superfície aumentam a destruição de superfícies



POLUENTES CRITICOS

Ozônio (O₃)

- ✓ O ozônio troposférico é criado por reações químicas entre óxidos de nitrogênio (NO_x) e compostos orgânicos voláteis (COV).
- ✓ Isso acontece quando os poluentes emitidos por carros, usinas termelétricas, caldeiras industriais, refinarias ou indústrias químicas reagem quimicamente na presença da luz solar.
- ✓ O ozônio pode desencadear uma variedade de **problemas de saúde**, incluindo dor torácica, tosse e irritação da garganta, irritação dos olhos e vias respiratórias, diminuição da capacidade pulmonar, envelhecimento precoce e corrosão dos tecidos. Também pode reduzir a função pulmonar e prejudicar o tecido pulmonar. O ozônio pode piorar a bronquite, enfisema e asma.



POLUENTES CRITICOS

POLUENTES ORGÂNICOS PERSISTENTES (POPs)

- São compostos altamente estáveis e que persistem no ambiente, resistindo à degradação química, fotolítica e biológica
- Têm a capacidade de bio-acumular em organismos vivos, sendo tóxicos para estes incluindo o homem
- São transportados a longas distâncias pela água, vento ou por animais





POLUENTES CRITICOS



POLUENTES ORGÂNICOS PERSISTENTES (POPs)

Exemplos de POPs:

- Pesticidas (ex. DDT, aldrina, toxafeno)
- Policlorobifenilos (PCBs)
- Dioxinas
- Furanos



Atuam negativamente sobretudo como destruidor dos sistemas reprodutivo, imunitário e endócrino, sendo também apontados como carcinogênicos



ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR



- Utilizado para relacionar as condições de qualidade do ar com os possíveis efeitos sobre a saúde humana e medidas de controle;
- Baseado no indicador americano (Pollutant Standard Index - PSI);
- Relaciona a concentração do poluente na atmosfera e o seu padrão primário de qualidade.



ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR

Estrutura do índice de qualidade do ar

Qualidade	Índice	MP ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 24h	MP _{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 24h	O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 8h	CO (ppm) 8h	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1h	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 24h
N1 – Boa	0 – 40	0 – 50	0 – 25	0 – 100	0 – 9	0 – 200	0 – 20
N2 – Moderada	41 – 80	>50 – 100	>25 – 50	>100 – 130	>9 – 11	>200 – 240	>20 – 40
N3 – Ruim	81 – 120	>100 – 150	>50 – 75	>130 – 160	>11 – 13	>240 – 320	>40 – 365
N4 – Muito Ruim	121 – 200	>150 – 250	>75 – 125	>160 – 200	>13 – 15	>320 – 1130	>365 – 800
N5 – Péssima	>200	>250	>125	>200	>15	>1130	>800

Qualidade do ar e efeitos à saúde

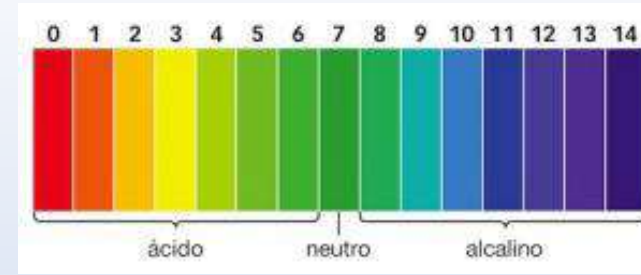
Qualidade	Índice	Significado
N1 – Boa	0 – 40	
N2 – Moderada	41 – 80	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
N3 – Ruim	81 – 120	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
N4 – Muito Ruim	121 – 200	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
N5 – Péssima	> 200	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Fenômenos

- Chuva Ácida
- Smog Industrial e Smog Fotoquímico
- Inversão Térmica
- Ilhas de Calor



CHUVA ÁCIDA



- ✓ O pH da chuva comum é levemente ácido devido ao gás carbônico natural.
- ✓ No entanto, a presença de oxi-ácidos como os gases de enxofre e de nitrogênio podem contribuir para aumento do pH da precipitação.
- ✓ As consequências são: morte de florestas (infertilidade do solo e amarelecimento das folhas), impactos na vida aquática (solubilização de metais em água, morte de peixes) e corrosão de pinturas de carros, estátuas e edifícios
- ✓ O fenômeno também pode se apresentar na forma de neve ou névoa ácidas





SMOG



- SMOKE + FOG = fumaça mais névoa
- 2 tipos: SMOG Industrial e SMOG Fotoquímico
 - ❖ O SMOG Industrial é de zonas frias e com poluição por MP
 - ❖ O SMOG Fotoquímico é de zonas quentes, por poluição de gases de nitrogênio e liberação de O₃



Inversão térmica

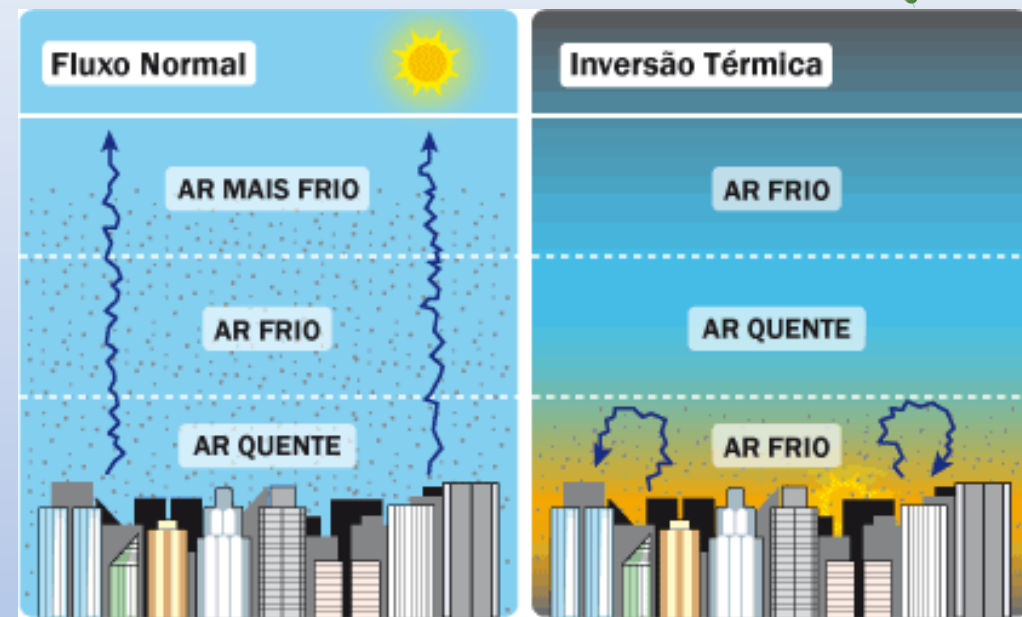
Fenômeno NATURAL (agravado pelas emissão de gases poluentes.)

- **Dia normal:**

- difusão - massa de ar quente próxima ao solo sobe, massa de ar fria desce, se aquece e reinicia o ciclo
- Se existem poluentes, estes são dispersos nas massas de ar.

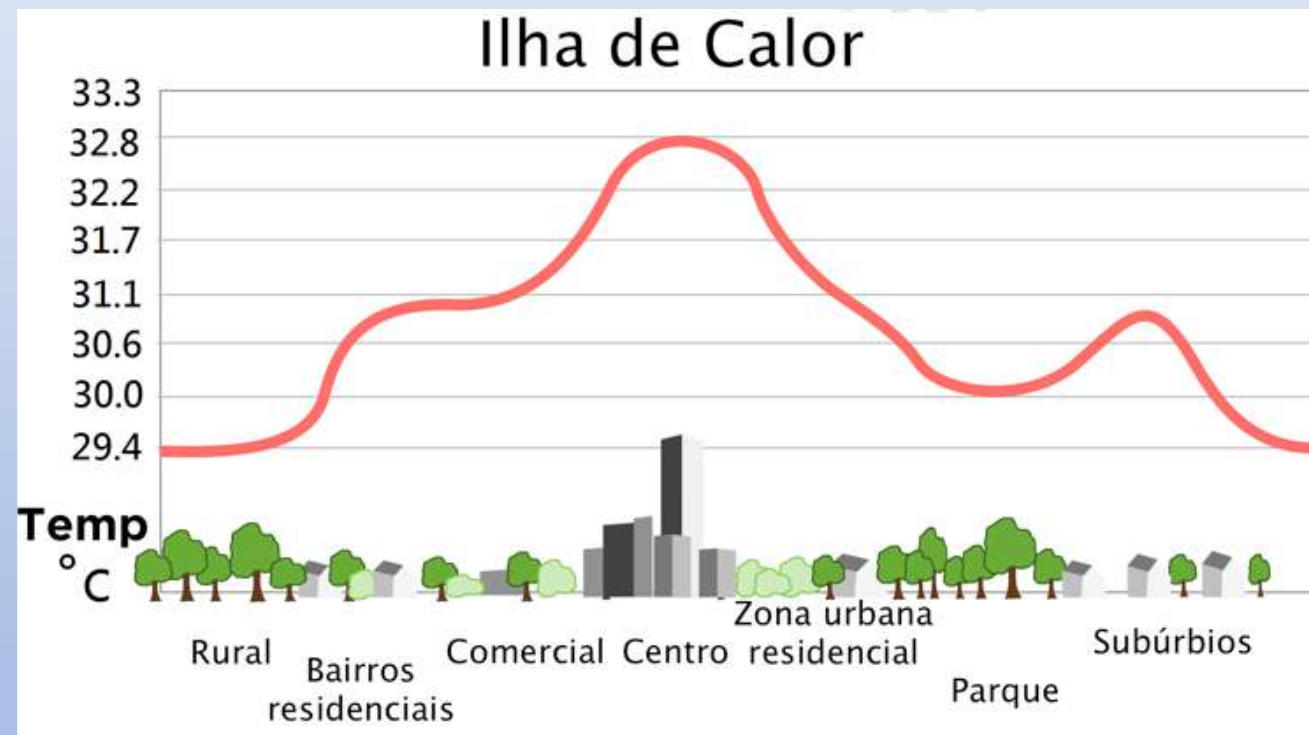
- **Dia de inversão:**

- Ocorre em finais de tarde e/ou em períodos de inverno (temp mais baixas, menos aquecimento próximo ao solo. Assim, o ar frio fica estacionado sobre os solos e fica recoberto por uma camada de ar quente, que também não consegue se movimentar.
- Os poluentes retidos nas camadas da atmosfera próximas à superfície provocam doenças respiratórias e irritações nos olhos.



Ilha de calor

- Ilha de Calor é diferente de Inversão Térmica
- Causada por ação humana
- Materiais como concreto, asfalto e vidros absorvem mais calor e possuem baixa capacidade reflexiva = aumento da temperatura
- Comprovadamente, o uso de superfícies verdes (telhados verdes, parques) auxilia na manutenção das temperaturas em ambientes urbanos.





CONTROLE DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA



- ✓ A poluição atmosférica não é tratada como poluição da água ou do solo
- ✓ As formas de tratamento de poluição atmosférica consistem na transferência da poluição de um meio para outro (do ar para um filtro, do ar para água)



CONTROLE DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

Mudanças de Tecnologia

- ✓ Novas formas de gerar energia mais limpa
- ✓ Novos tipos de combustíveis mais renováveis
- ✓ Tecnologia de absorção e limpeza de poluentes
 - ✓ Novos tipos de transportes que usam tecnologia mais limpa

Mudanças de Hábitos

- ✓ Melhorias e incentivo ao uso de transporte coletivo de qualidade
- ✓ Diminuição no uso de veículos motorizados
- ✓ Uso de plantas para a absorção de poluentes atmosféricos
- ✓ Reuso, reciclagem e reaproveitamento de materiais já usados

- ✓ Outras medidas incluem monitoramento da qualidade do ar, restrição da circulação de veículos, programas de manutenção preventiva de veículos



POLUIÇÃO ATMOSFERICA



Principais legislações associadas

- ✓ Resolução CONAMA nº 03/90, Padrões nacionais de qualidade do ar,
- ✓ Política nacional de qualidade do ar, Lei nº 14.850, de 2 de maio de 2024
- ✓ PROCONVE - Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores
- ✓ PRONAR - Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar; regulado pela Resolução CONAMA 05/1989



POLUIÇÃO SONORA



- ✓ O **Som** é um fenômeno físico que consiste de uma rápida variação de uma onda de pressão num meio. A percepção do som se dá através da **sensação auditiva**, detectada pelo nosso sistema auditivo através de nossos ouvidos.
- ✓ Ele existe independentemente de o percebermos ou não. Sua identificação acontece pela frequência ou conjunto de frequências em que ele se origina.



POLUIÇÃO SONORA

- ✓ A poluição sonora é todo um conjunto crítico de fenômenos sonoros com **elevada intensidade e de longa duração**.
- ✓ A poluição sonora nada mais é que a contaminação atmosférica pela energia sonora.
- ✓ Seu controle se inicia pela percepção do problema, associada à preocupação e vontade de identifica-la e em seguida atenuá-la ou extingui-la.





CONTROLE DA POLUIÇÃO SONORA



- ✓ Concepção de projetos para viabilizar seu monitoramento;
- ✓ Utilização de metodologias e ferramentas para seu mapeamento nos espaços urbanos ao longo do tempo;
- ✓ Análises de suas causas e origens;
- ✓ Identificação e classificação das fontes de acordo com suas características quanto à frequência, a intensidade e tempo de manifestação;
- ✓ Incentivo a programas e práticas educacionais para evitar a poluição sonora;
- ✓ Estímulo da sua diminuição a partir de exemplos em literatura didática;
- ✓ E Manifestação e efetivação de vontade política - **LEGISLAÇÃO**



POLUIÇÃO SONORA

Principais legislações associadas



- ✓ Resolução CONAMA nº 001/1990 - critérios para a emissão de ruídos em atividades comerciais, industriais, sociais ou recreativas, incluindo as de propaganda política.
- ✓ Normas para emissão de ruídos produzidos por veículos automotores, ou aqueles no interior dos ambientes de trabalho, obedecem às normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) e pelo órgão competente do Ministério do Trabalho.



POLUIÇÃO TÉRMICA



Poluição térmica é um tipo de poluição que não é visível ou audível e que se caracteriza pela alteração da temperatura normal do ar, solo ou da água.

POLUIÇÃO TÉRMICA DA ÁGUA

Consiste no aumento ou redução da temperatura das águas naturais e pode ter diferentes causas, sendo uma delas o uso de água para resfriamento de caldeiras e outros sistemas industriais (ex: refinarias, siderúrgicas entre outras).



POLUIÇÃO TÉRMICA



PRINCIPAIS CAUSAS:

- Utilização da água para resfriamento na indústria
- Desmatamento
- Erosão do solo
- Superfícies pavimentadas
- Causas naturais: Erupções vulcânicas, atividade geotérmica e raios



POLUIÇÃO TÉRMICA

EFEITOS DA POLUIÇÃO TÉRMICA



✓ Diminuição dos níveis de oxigênio na água:

Redução da solubilidade do oxigênio (O_2) na água, o que faz com que o gás se difunda mais facilmente para a atmosfera, diminuindo sua disponibilidade na água.

✓ Perda da biodiversidade:

Mudanças de temperatura no ambiente podem fazer com que certas espécies se locomovam para outro ambiente ou morrem

✓ Impacto ecológico:

- Choque térmico - morte imediata de diversos peixes, plantas, insetos e anfíbios.
- Mudanças no seu organismo e metabolismo e até à morte de espécies estenotérmicas
- Reversão sexual em peixes (variação da proporção de machos e fêmeas)



POLUIÇÃO TÉRMICA



EFEITOS DA POLUIÇÃO TÉRMICA

✓ Mudanças na reprodução

- Aumento de temperatura leva a liberação de ovos imaturos ou prevenindo o desenvolvimento normal de certos ovos.
- A diminuição de temperatura não permite que ocorra a reprodução.



POLUIÇÃO LUMINOSA

- Poluição luminosa é o tipo de poluição ocasionada pela luz excessiva criada por humanos.
- A poluição luminosa interfere nos ecossistemas, causa efeitos negativos à saúde, ilumina a atmosfera das cidades, reduzindo a visibilidade das estrelas e interfere na observação astronômica.
- Inclui: luz direta, aumento crônico e temporário da iluminação, flutuações inesperadas nas iluminações artificiais.
- Pode ser quantificada através de medidas absolutas de concentração e emissão ou através de medidas relativas no mesmo sistema (quantidade de luz artificial/luz natural).



POLUIÇÃO LUMINOSA

Impactos: Afeta os ciclos migratórios, alimentares e reprodutivos de diversas espécies de animais e plantas.

✓ rotas migratórias de aves - várias espécies migrantes noturnas têm seus mecanismos de orientação interferidos e se desorientam ao atravessarem áreas muito iluminadas. Essa interferência leva esses pássaros a se chocarem com prédios, montanhas, solo ou até mesmo uns com os outros.

✓ Algumas aves acreditam que a primavera chegou mais cedo e começam a se reproduzir prematuramente ou até mesmo a migrar antes da época correta por causa da grande iluminação.

✓ As tartarugas-de-couro fazem seus ninhos na praia e, quando os filhotes nascem, eles são instintivamente guiados pelo reflexo da luz das estrelas e da lua para seguirem em direção ao mar. Porém, ao invés de irem ao encontro dos oceanos, eles seguem as luzes dos hotéis e das ruas em direção ao continente e acabam morrendo de desidratação, devorados por algum predador ou até mesmo atropelados por carros.

✓ As fêmeas dos vagalumes utilizam a bioluminescência para atrair os machos em até 45 metros de distância, mas, com a presença de luz artificial, essa ferramenta é prejudicada, reduzindo a reprodução da espécie.

POLUIÇÃO LUMINOSA

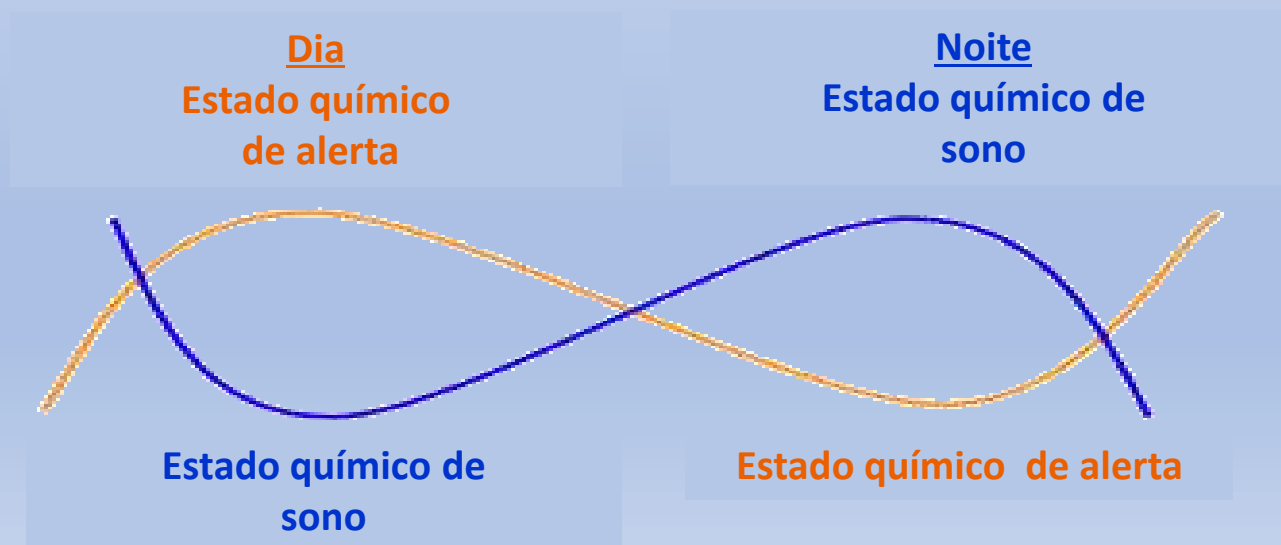
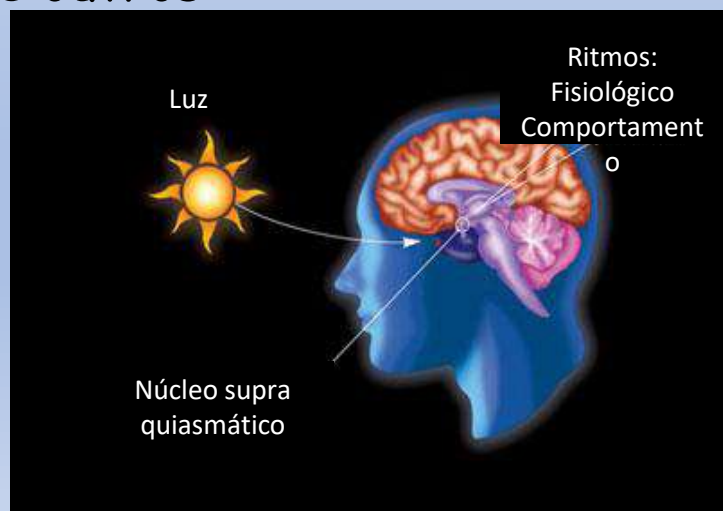
- ✓ Algumas espécies de plantas não florescem se a duração da noite é mais curta, enquanto outras florescem prematuramente.
- ✓ A fotossíntese induzida pela luz artificial pode produzir um crescimento anormal e uma defasagem nos períodos de floração.
- ✓ A exposição de animais noturnos a predadores, limitando seu tempo de alimentação e reprodução.
- ✓ Outros impactos para o meio ambiente são a desorientação das abelhas



POLUIÇÃO LUMINOSA

Problemas para humanos

- ✓ O excesso de luz exterior invade nossas casas e perturba nosso sono.
- ✓ Além disso, a iluminação atrai alguns insetos que podem ser portadores de doenças.
- ✓ A luz noturna provoca mudanças no sono que tem sido relacionada com distúrbios de sono, depressão, obesidade e transtornos de humor.
- ✓ Entre outros



POLUIÇÃO RADIOATIVA

- ✓ É proveniente da radiação, que é um efeito químico derivado de ondas de energia (sejam elas de calor, de luz ou de outras formas).
- ✓ A radiação existe naturalmente no meio ambiente, porém, devido a ações humanas, ela vem sendo liberada em excesso, causando mutações em diversas espécies de seres vivos (em humanos, por exemplo, pode originar câncer).



POLUIÇÃO RADIOATIVA



✓ Tecnologias de uso.

- **Medicinal:** Realização de exames, como radiografias (com raios x), radioterapia e esterilização de materiais médicos.
- **Produção de alimentos e agricultura:** Conservação de alimentos e eliminação de insetos e de bactérias.
- **Geração de energia nuclear:** Geração de energia elétrica a partir de reações nucleares de núcleos atômicos
- **Uso bélico:** Produção de bombas nucleares

✓ Impacto ambiental:

Ainda não há formas efetivas para descontaminar uma área afetada por **poluição radioativa** - quando o local é contaminado, costuma ser isolado.

Além disso, os átomos radioativos têm uma durabilidade bem longa - o plutônio, por exemplo, apresenta como tempo de meia vida cerca de 24,3 mil anos.



POLUIÇÃO RADIOATIVA

Principais legislações associadas



- ✓ Lei Federal nº 6.453/1977 - Lei de Atividades Nucleares
- ✓ Lei Federal nº 12.305/2010 - Política Nacional dos Resíduos Sólidos.
- ✓ Lei Federal nº 10.308/2001 - Destinação dos rejeitos radioativos no País.
- ✓ Resolução CONAMA nº 283/2001 - Tratamento e destinação final dos resíduos dos serviços de saúde, com as partes que tratam dos resíduos radioativo

**Lei Federal nº 9.765/1998 Institui a Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN
Licenciamento, controle e fiscalização de materiais nucleares e radioativos e suas
instalações**



POLUIÇÃO VISUAL



- ✓ É o excesso de elementos visuais criados pelo homem que são espalhados, geralmente, em grandes cidades e que promovem certo desconforto visual e espacial. Esse tipo de poluição pode ser causado por anúncios, propagandas, placas, postes, fios elétricos, lixo, torres de telefone, entre outros.
- ✓ Além dos danos estéticos, este tipo de **poluição** pode ser perigoso para motoristas e outras pessoas.

Ex: Um prédio feito de vidro pode refletir a luz do sol, criando uma **poluição visual** que obstrui a visão de quem guia veículos nas vias.

Ex: Também os anúncios publicitários situados perto de malhas viárias podem distrair os motoristas enquanto dirigem, causando acidentes.

POLUIÇÃO VISUAL

- ✓ Também é considerada poluição visual algumas atuações humanas sem estar necessariamente ligada a publicidade tais como o grafite, pichações, fios de eletricidade e telefônicos, as edificações com falta de manutenção, o lixo exposto não orgânico, e outros resíduos urbanos.





Alguns exemplos de problemas relacionados a poluição

REVISTA EXAME



MUNDO

Tsunami de lixo devasta praia em Honduras; veja fotos

22 set 2020, 15h19



CIÊNCIA

Poluição do ar pode aumentar mortalidade por covid-19

27 out 2020, 07h04



MUNDO

Um em cada oito europeus morre por causa das ondas de calor e poluição

8 set 2020, 15h37



BRASIL

Fumaça tóxica das queimadas chega a SP; partículas fazem mal à saúde

19 set 2020, 10h31





| CIÊNCIA |

Níveis alarmantes de microplásticos foram encontrados em cérebros humanos

Um novo estudo descobriu que os microplásticos e nanoplásticos se acumulam em níveis mais altos no cérebro do que no fígado e nos rins.

Uma tomografia computadorizada (TC) colorida do cérebro revelando vasos sanguíneos no cérebro. Um novo estudo descobriu que os microplásticos se acumulam em níveis mais altos no cérebro humano do que no fígado e nos rins.

FOTO DE PHOTOGRAPH SAMUNELLA, SCIENCE PHOTO LIBRARY

Facebook, X, Instagram, and a plus icon for more social media links.

NATIONAL GEOGRAPHIC



Menu O GLOBO 100 | Saúde

Saúde

Saquinhos de chá liberam milhões de microplásticos, que entram nas células intestinais humanas, descobre estudo

Cérebro tem concentração de microplásticos até 30 vezes maior que outros órgãos, indica estudo

Segundo a pesquisa, publicada na revista científica "Nature Medicine", esse acúmulo no corpo humano pode estar relacionado ao aumento da presença de plásticos no meio ambiente.

Por **Roberto Peixoto**, g1

03/02/2025 13h00 · Atualizado há 3 meses



Saúde

Microplástico é achado em quase todos órgãos, e efeitos são desconhecidos

Danielle Sanches • Colaboração para VivaBem

21/10/2024 05h31



Cotidiano

Microplásticos são encontrados no coração humano pela 1ª vez

ESTADÃO conteúdo

São Paulo

12/08/2023 13h15



O lado sombrio do glitter – e como ele pode alterar a química dos nossos oceanos

O glitter, apesar de inofensivo à primeira vista, pode alterar a química dos oceanos, prejudicar a vida marinha e contribuir para a poluição por nanoplásticos

BBC
NEWS

Por BBC

10/05/2025 16h02 · Atualizado há 3 dias



Com influência de desmatamento e mudanças climáticas, 38% dos solos da América Latina e Caribe estão degradados, diz estudo

Embora coberta por vasta biomassa vegetal, a Amazônia apresentou índices médios e baixos de saúde do solo, segundo mapeamento de pesquisadores da USP de Piracicaba.

Por **Rodrigo Pereira**, g1 Piracicaba e Região

27/02/2025 07h01 · Atualizado há 2 meses

O lado sombrio do glitter – e como ele pode alterar a química dos nossos oceanos

O glitter, apesar de inofensivo à primeira vista, pode alterar a química dos oceanos, prejudicar a vida marinha e contribuir para a poluição por nanoplásticos



Por BBC

10/05/2025 16h02 · Atualizado há 3 dias



TEMAS EXPLORAR Dialogue Earth NEWSLETTERS

POLUIÇÃO

Mortes por poluição do ar expõem desafios da indústria no Brasil

Concentração industrial aumenta mortalidade, reforçando a urgência de mais monitoramento e ações para reduzir emissões

PORTUGUÊS



Imagens de drone mostram córrego azul após carreta bater em poste e derramar corante em Jundiaí; animais foram resgatados

Produto químico atingiu ruas e o córrego no Jardim Tulipas, em Jundiaí (SP). Pigmento também tingiu a plumagem de patos e gansos. Quatro animais foram resgatados.

Por TV TEM

14/05/2025 11h01 · Atualizado há 2 minutos



Imagens de drone mostram córrego azul após carreta bater em poste e derramar corante em Jundiaí (SP) — Foto: Régis Rosa/TV TEM



2025 deve ser o segundo ou terceiro ano mais quente já registrado, alerta ONU

Segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM), mesmo com uma leve queda nas médias globais, o planeta segue registrando recordes de calor mês a mês.

Por **Roberto Peixoto**, g1

06/11/2025 12h00 · Atualizado há um dia



Meio Ambiente

Fiocruz alerta para contaminação da Amazônia por plásticos

Estudo mostra poluição generalizada e riscos para ribeirinhos

AGÊNCIA BRASIL

Publicado em 15/09/2025 - 16:29

Rio de Janeiro



© MICHELL MELLO/FIOCRUZ AMAZÔNIA

11 de setembro de 2025: São Paulo entre as cidades mais poluídas do mundo

11 de set. de 2025



“

Quando o último peixe estiver nas águas
e a última árvore for removida da terra,
só então o homem perceberá que ele não
é capaz de comer seu dinheiro.

AÍLTON KRENAK



Ideias para
adiar o fim do
mundo
2019



A Vida Não É
Útil
2020



Futuro
Ancestral
2022



O amanhã
não está à
venda
2020