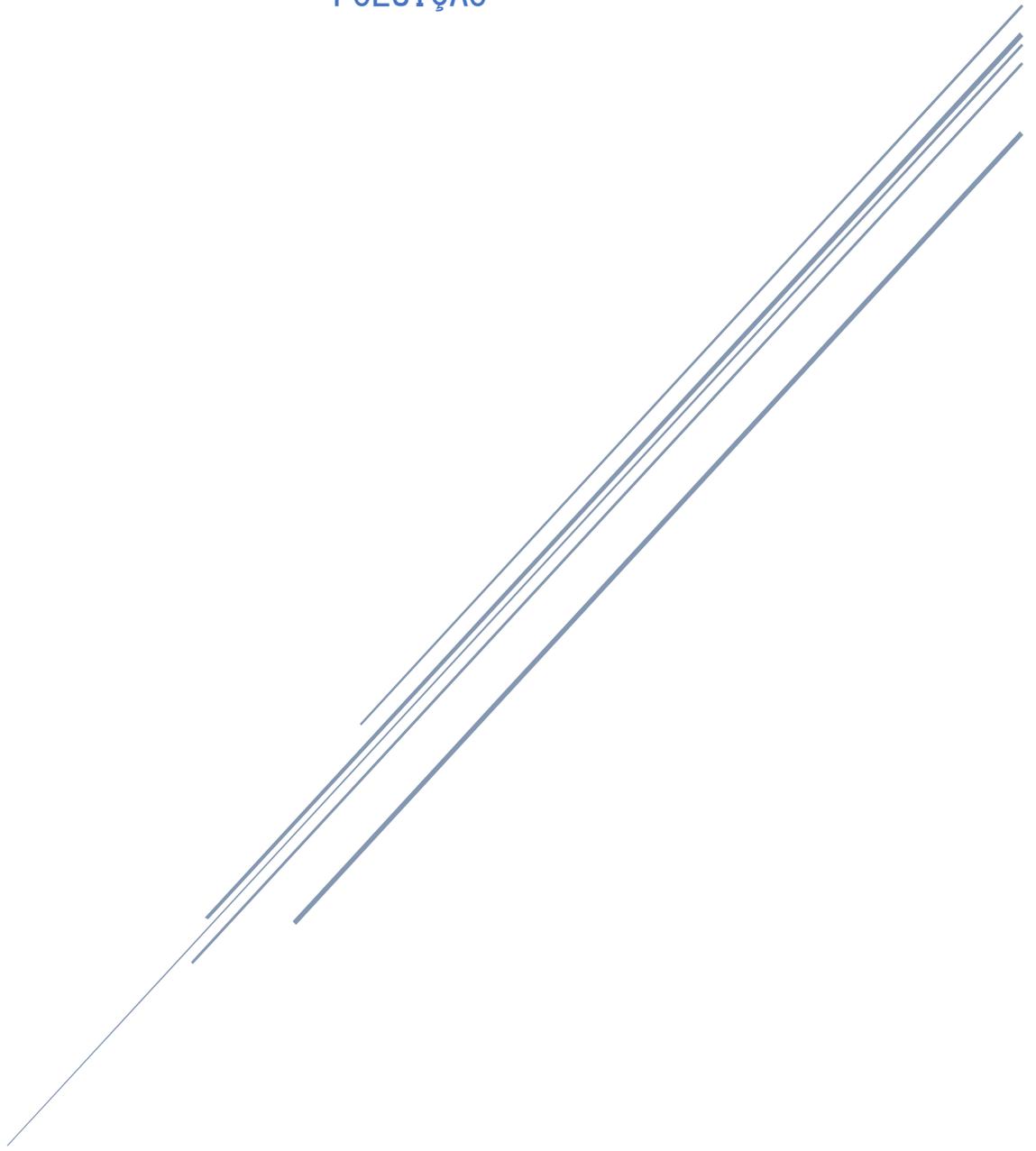


POLUIÇÃO



2024

29928- Bruna Filipa da Silva Ferreira 39407 – Sara Evelyn Souza Coelho

Conteúdo

RESUMO	1
INTRODUÇÃO	2
2. Da poluição aos efeitos na saúde	3
3. Principais poluentes atmosféricos e efeitos na saúde	4
3.1. Partículas	6
3.1.1 Efeitos respiratórios	6
3.1.2 Efeitos extra-respiratórios.....	8
3.2 Ozono	8
3.2.1 Efeitos respiratórios	9
3.2.2 Efeitos extra-respiratórios.....	11
3.3 Monóxido de carbono	11
3.3.1 Efeitos respiratórios	12
3.3.2 Efeitos extra-respiratórios.....	13
3.4 Óxidos de enxofre	13
3.4.1 Efeitos respiratórios	13
3.4.2 Efeitos extra-respiratórios.....	14
3.5 Óxidos de azoto	14
3.5.1 Efeitos respiratórios	14
3.5.2 Efeitos extra-respiratórios.....	15
3.6 Chumbo (Pb) e outros metais	15
3.6.1 Efeitos respiratórios	16
3.6.2 Efeitos extra-respiratórios.....	16
3.7 Compostos orgânicos voláteis, metano (CH ₄), solventes e pesticidas	16
3.7.1 Efeitos respiratórios	17
3.7.2 Efeitos extra-respiratórios.....	17
4. A qualidade do ar em Portugal.....	17
5. Efeitos socioeconómicos da poluição	19
5.1.1. Sustentabilidade e Cidadania	21
5.2. A educação ambiental para a sustentabilidade	22
5.2.1. Aquecimento Global.....	24
5.3. Perda de Biodiversidade	26
5.3.1. Desflorestação.....	29

5.4. Poluição	30
5.4.1. Como melhorar a situação da Poluição?	32
5.5. Extinção	33
5.5.1. Consequências da Extinção	34
6.1. Conclusões.....	36
6.2. Webgrafia.....	39
Figura 1 - Principais poluentes e as respectivas fontes de poluição.....	4
Figura 2 - Aquecimento global	26
Figura 3 - Biodiversidade	29
Figura 4 - Poluição	32
Tabela 1 - Concentração de carboxihemoglobina e os seus efeitos	7

RESUMO

As famílias da atualidade, associadas ao consumismo e ao materialismo, têm hoje uma pesada herança ambiental fruto dos excessos económicos e sociais. Segundo a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente (1987) torna-se necessário “lançar a pedra fundamental dos debates internacionais sobre diversas questões ambientais até então irrefletidas, ensejando a vinculação necessária sobre a proteção conjunta de direitos interdependentes e relacionados, como a vida humana e o seu desenvolvimento, a poluição e o esgotamento dos recursos não renováveis”. Em vários países, incluindo Portugal, existem fatores que contribuem para tal esgotamento, tais como a mudança climática, a poluição do ar e a produção de resíduos, colocando assim as famílias no centro do problema, pelo efeito multiplicador das suas atitudes e comportamentos. Esta área do consumo sustentável das famílias tem vindo a receber um aumento de pesquisas resultando numa série de critérios que pretendem medir o consumo sustentável das famílias, sendo que das mais mediáticas está a pegada ecológica. Este aumento reflete um reconhecimento das preocupações ambientais que, no entanto, ainda não tem sido objeto de pesquisa no que respeita a Portugal e às famílias portuguesas. Procura-se contribuir para o estudo dos atuais conhecimentos relativos aos comportamentos das famílias em termos de hábitos de consumo, e até que ponto são esses hábitos sustentáveis. Para medir o comportamento sustentável das famílias, o estudo foca um conjunto de critérios estabelecidos, e conclui que o consumo sustentável das famílias estudadas não é de todo sustentável. O que implicitamente leva ao reconhecimento de uma incongruência na relação entre o marketing verde e o atual consumo das famílias, que deveria ser preocupante para as empresas e governos. Este estudo tem como principal objetivo investigar de que forma as famílias agem e se comportam nos seus hábitos de consumo e nas suas opções domésticas, levando à perceção das áreas onde há mais trabalho para que se possa perceber quais os comportamentos em que as famílias revelam haver uma preocupação sustentável. Pretende-se ainda identificar as fontes de informação que fomentam as decisões das famílias relativamente a questões de sustentabilidade ambiente.

INTRODUÇÃO

No presente capítulo é apresentada a problemática que irá conduzir esta investigação, os objetivos que se pretendem alcançar e quais os contributos teóricos e práticos deste estudo. Os desenvolvimentos da industrialização até à segunda metade do século XX levaram a uma nova ideologia, nomeadamente a crença no sistema de mercado tendo como motor o consumismo máximo que acaba por não ser reconciliável com os recursos naturais existentes para manter esse consumo. As consequências das atividades humanas ficavam compartimentadas, resultando em inúmeros problemas, sendo dada uma maior importância à problemática que existe entre a reconciliação do consumo com os recursos existentes, sendo testemunha na praça pública o discurso de “crise ambiental” cujos contextos vivemos. Os problemas ambientais estão no centro das atenções por parte dos consumidores, abrangendo tanto a classe política como a classe científica. Para assegurar a sustentabilidade do planeta, requerer-se uma mudança global tanto a nível de comportamentos, de políticas, como de estudos. Refletindo sobre as inúmeras preocupações, as Nações Unidas promulgaram a década de 2004-2014 à Educação para o Desenvolvimento Sustentável (UNESCO), onde é fundamentada a visão de um mundo onde todos tenham a oportunidade de beneficiar da educação, de aprender os valores, os comportamentos e modos de vida exigidos para um futuro sustentável e para uma transformação positiva da sociedade. Segundo a Organisation for Economic Co-operation and Development (OCDE), o consumo das famílias é a principal causa para o aumento das pressões ambientais. Através do Comissário para o Ambiente, Stavros Dimas, que discursou no Parlamento Europeu em setembro de 2004, “uma das suas quatro prioridades do seu mandato, seria encontrar respostas para o desenvolvimento de padrões de consumo e produção mais sustentáveis”. (Comissão Europeia, 2004). Adicionalmente, sendo que a função do marketing é de “atender às necessidades lucrativamente” estabelece-se um equilíbrio delicado entre a geração de valor para os clientes e para a empresa (Kotler e Armstrong, 1998, p.11). Torna-se assim importante estudar a relação entre o conceito da sustentabilidade e o consumo das famílias. O presente estudo examina esta relação e avisa estabelecer em primeiro lugar, o que é um comportamento sustentável mais alargadamente, e em segundo lugar, até que ponto o comportamento das famílias portuguesas em particular, é sustentável, partindo da hipótese de que haja uma relação positiva entre o que é a sustentabilidade e o comportamento das famílias. Assim sendo, o objetivo geral desta dissertação é compreender em que medida está o grupo de estudo desperto para o conceito de consumo sustentável das famílias e as suas diferentes componentes, percebendo também de que forma este tema está interiorizado e qual o possível desfasamento existente entre o conhecimento e a perceção da sustentabilidade e as suas práticas pretendendo-se ao longo deste estudo.

No próximo capítulo, será feita a revisão da literatura relativamente ao conceito de sustentabilidade, para que seja possível relacionar a análise do consumo das famílias, identificando os elementos que constituem um consumo sustentável.

2. Da poluição aos efeitos na saúde

Passo 1- Fontes- Emissões: Embora o tipo de fonte dê uma ideia do perigo, a medida mais importante é a quantidade real de poluição emitida.

Passo 2- Emissões- Concentração: As concentrações atmosféricas dos poluentes dependem não apenas das emissões atmosféricas, mas também do transporte, transformação e diluição do poluente no ambiente. Esta é a medida mais utilizada no estudo da poluição.

Passo 3- Concentração- Exposição: Contacto do material poluente com o sistema

Passo 4- Exposição- Efeitos na Saúde: Os efeitos na saúde dependem da vulnerabilidade individual de cada pessoa.

A maioria dos estudos usa os dados das concentrações atmosféricas para estimar a exposição. Contudo, no caso da matéria particulada, a exposição é dominada por fontes internas, assim a validade do uso de concentrações ambientais como estimativa de exposição pode introduzir erros de classificação. Em alternativa podem usar-se bio marcadores que têm a vantagem de refletir o padrão de atividade do poluente em causa. Vários bio marcadores têm sido desenvolvidos para avaliar a exposição a poluentes atmosféricos. Alguns destes bio marcadores são específicos para o poluente em questão, como o benzeno no sangue e na urina. Contudo, o nível destes produtos não está relacionado com o efeito genotóxico. Outros bio marcadores como 1-hidroxipireno usado para avaliar a exposição a hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, não é específico do poluente em questão e pode ser também encontrado na comida. O risco aumentado para desenvolver doença em consequência da poluição está relacionado com a exposição a doses elevadas, doenças predisponentes adquiridas e suscetibilidade genética. No grupo sujeito à exposição a doses elevadas, podemos incluir as pessoas que vivem ou trabalham ao longo das estradas de alto tráfego, pessoas com longas horas de deslocamento, ou pessoas que estão profissionalmente expostas, por exemplo, motoristas de autocarros, policiais de trânsito. Podemos também incluir as crianças, pois, devido à sua alta taxa de ventilação, a sua carga corporal com poluentes é maior. Os idosos e indivíduos com doença cardíaca e pulmonar preexistente estão associados a maior morbidade e mortalidade. Os asmáticos também respondem mais fortemente ao aumento da poluição atmosférica do que os não asmáticos, especialmente às partículas. Em caso de exposição a longo prazo, populações socialmente desfavorecidas e de baixa escolaridade também sofrem aumento da mortalidade. Os efeitos tóxicos dos poluentes atmosféricos alteram-se em função das variações inter individuais dos genes envolvidos nos processos inflamatórios, na defesa contra as espécies reativas de oxigénio ou nas enzimas envolvidas na desintoxicação de determinados compostos. Vários estudos têm encontrado genes em certos alelos que podem estar associados às patologias respiratórias provocadas pela exposição ao ar poluído. Um estudo realizado em Taiwan verificou que nas regiões muito poluídas, o risco de asma é significativamente maior em crianças com o alelo Ile-105 do gene glutathione-S-transferase quando comparado com o alelo Val-105. Já nas regiões pouco poluídas o risco de asma é semelhante para os dois alelos. A glutathione-S-transferase desempenha um papel importante na redução do dano causado pelo stress oxidativo celular e o alelo Ile-105 pode estar relacionado com uma menor eficácia desse

mecanismo. Por outro lado, atualmente sabe-se que existem mutações genéticas que protegem dos efeitos nefastos das partículas finas como acontece provavelmente com HFE (gene implicado na hemocromatose). Os autores deste estudo para explicar esta relação sugerem que o gene diminui a absorção imediata dos metais.

3. Principais poluentes atmosféricos e efeitos na saúde

A composição química do ar poluído é muito complexa e consiste essencialmente em partículas e gases. Muitas atividades humanas e naturais produzem mais do que uma classe de poluentes.

A tabela seguinte (tabela 1) apresenta um resumo entre os principais poluentes e as respetivas fontes de poluição.

Poluentes	Emitidos por meio de:
Material em partículas	Veículos, indústrias e queima de biomassa.
Dióxido de enxofre (SO ₂)	Indústrias, usinas termoeletricas, veículos e queima de óleos e carvão.
Dióxido de nitrogênio (NO ₂)	Veículos, usinas termoeletricas, indústrias e combustão em altas
Monóxido de carbono (CO)	Combustão incompleta de óleo, gás natural, gasolina e
Compostos orgânicos	Veículos e vapores de hidrocarbonetos.
Ozônio (O ₃)	Emitido por meio da reação entre a luz, óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis.

Figura 1 - Principais poluentes e as respetivas fontes de poluição

Não há dúvidas que a poluição está relacionada com várias patologias respiratórias. Sabe-se, por exemplo, que a poluição do ar interior e do ar exterior são os principais fatores ambientais envolvidos na ocorrência de infeções respiratórias baixas. Está também documentado que a poluição atmosférica é um importante fator de risco para o desenvolvimento do cancro do pulmão, à qual se atribui 5% dos casos, segundo uma análise baseada na matéria particulada. O desenvolvimento e exacerbação da doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC) e da asma é igualmente influenciada pelos mais diversos poluentes atmosféricos.

Atualmente, apesar dos vários estudos epidemiológicos realizados, os mecanismos fisiopatológicos que explicam a relação entre a exposição à poluição atmosférica e a mortalidade/morbilidade associadas, ainda não estão totalmente esclarecidos. Alguns estudos experimentais apontam algumas vias fisiopatológicas para

os respectivos poluentes isoladamente, mas muitas vezes é difícil atribuir os efeitos da poluição a um único poluente. De uma forma global, pode afirmar-se que os mecanismos gerais causados pelos poluentes no seu todo são o stress oxidativo e a inflamação local e sistémica. Um estudo realizado no Brasil (São Paulo) sobre as alterações respiratórias e consequentes patologias provocadas pela poluição urbana, correlacionou as doenças respiratórias das crianças sujeitas a ambientes poluídos e as alterações estruturais do sistema respiratório nos ratos sujeitos ao mesmo ambiente, comparando com grupos controlo. Este estudo concluiu que as exposições crónicas a níveis elevados de poluição atmosférica podem causar doenças respiratórias nas crianças e alterações estruturais ciliares no epitélio das vias aéreas dos ratos.

Para uma compreensão mais detalhada das consequências da poluição, segue-se uma descrição dos principais poluentes atmosféricos e os seus respetivos efeitos na saúde respiratória. Também serão referidos, de forma sucinta, os efeitos extra respiratórios, nomeadamente ao nível do sistema cardiovascular e reprodutivo. No final deste capítulo é apresentado um quadro resumo. Como já foi referido, por vezes, é difícil atribuir efeitos específicos a um único poluente e por isso alguns estudos atribuem esses efeitos a grupos de poluentes. Os poluentes atmosféricos representam uma ameaça significativa para a saúde humana, impactando adversamente a qualidade do ar em diversas regiões. Entre os principais poluentes, as partículas em suspensão (PM), provenientes de fontes como queima de combustíveis fósseis e atividades industriais, penetram nos pulmões, contribuindo para problemas respiratórios e cardiovasculares.

Os óxidos de nitrogênio (NO_x), resultantes da queima de combustíveis em veículos e indústrias, desempenham um papel na formação de ozônio troposférico e partículas finas, afetando a função pulmonar e exacerbando condições respiratórias.

Os óxidos de enxofre (SO_x), originários da queima de carvão e petróleo, causam irritação nas vias respiratórias e estão associados à formação de chuva ácida, prejudicando ecossistemas.

O ozônio troposférico (O₃), formado pela reação de NO_x e compostos orgânicos voláteis (COVs) sob a luz solar, pode causar irritação pulmonar e piorar doenças respiratórias existentes.

O monóxido de carbono (CO), proveniente da queima incompleta de combustíveis, interfere no transporte de oxigênio no corpo, causando sintomas como tonturas e náuseas.

Os compostos orgânicos voláteis (COVs), provenientes de veículos, indústrias e produtos de consumo, contribuem para a formação de ozônio e têm efeitos adversos na saúde, como irritação ocular e respiratória.

Esses poluentes estão associados a efeitos adversos, incluindo irritação nas vias respiratórias, aumento do risco de infeções e doenças cardiovasculares, exacerbando condições respiratórias preexistentes. Para mitigar esses impactos, são essenciais regulamentações ambientais rigorosas, tecnologias de controlo de emissões e práticas sustentáveis, enquanto a conscientização pública desempenha um papel fundamental na promoção de ambientes mais saudáveis.

3.1. Partículas

O material particulado urbano é uma mistura variável de numerosas classes e subclasses de contaminantes. Este grupo compreende uma vasta gama de materiais, sólidos ou líquidos. As origens deste tipo de poluente incluem fontes naturais: poeiras do solo e estradas, cinzas vulcânicas, incêndios florestais; e fontes antropogênicas: emissões dos transportes rodoviários, de processos de combustão industriais ou domésticos e de incineradoras.

Contudo, as maiores fontes de partículas, à escala global, são o transporte rodoviário e os processos de combustão de biomassa. A matéria particulada (PM) é habitualmente dividida em dois grupos principais de acordo com o seu diâmetro aerodinâmico: PM_{2.5} (menos de 2,5 µm), também conhecidas por partículas finas e PM₁₀ (entre os 2,5 µm e 10 µm). A toxicidade das partículas depende essencialmente do seu tamanho e da sua composição química. As partículas inferiores a 2,5 µm (PM_{2.5}) são consideradas especialmente perigosas pois podem penetrar facilmente nos pulmões até aos alvéolos. Recentemente, começou a falar-se nas partículas ultrafinas (PM_{<0,1} µm) e também nas nanopartículas (<100 nm). Estas partículas constituem uma forte preocupação pois ao depositarem-se nos pulmões podem conseguir atingir sistemicamente todo o corpo. Prevê-se que as nanopartículas sejam mais tóxicas que as PM_{2,5} devido ao seu maior número e área de superfície por unidade de massa. A composição química das PM₁₀ e das PM_{2.5} também é diferente (tabela 2). As partículas finas contêm aerossóis ácidos, sulfatos, nitratos, metais de transição e partículas libertadas pelo escape dos veículos. Já as PM₁₀ contêm tipicamente elevadas concentrações de minerais e sílica. As partículas que exigem maior preocupação têm na sua constituição metais tóxicos como o chumbo e o mercúrio, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH) e tóxicos orgânicos persistentes como as dioxinas. Os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos além de existirem sob esta forma, adsorvida em partículas, podem também existir isoladamente sob a forma gasosa. As principais fontes externas de PAH são os veículos automóveis, as centrais elétricas e os processos de combustão de biomassa. As partículas podem viajar milhares de quilómetros no ar através dos oceanos e depositar-se noutros continentes. As partículas ultrafinas têm uma vida muito curta, mas rapidamente se acumulam para formar partículas maiores, que podem ser transportadas milhares de quilómetros e permanecer na atmosfera de dias a semanas. Em Portugal, por exemplo, registam-se elevadas concentrações de partículas finas que têm origem nos desertos do Norte de África. Em contraste, partículas grandes não percorrem facilmente longas distâncias, exceto em condições atmosféricas específicas, como acontece na Ásia, onde várias regiões são sujeitas a nuvens de poeiras sopradas pelos ventos dos desertos áridos da Mongólia e da China durante a primavera. Estudos realizados na Europa e nos EUA revelam que por cada aumento de 10µg/m³ de PM₁₀ a taxa de mortalidade diária aumenta 0.6% na Europa e 0.5% nos EUA.

3.1.1 Efeitos respiratórios

A tosse, dispneia e sibilância relacionam-se significativamente tanto com as PM₁₀ como com as PM_{2.5}. As crianças com hiper-reatividade brônquica e níveis séricos elevados de IGE total têm um aumento dos sintomas respiratórios até 139% por cada aumento de 100µg/m³ de matéria particulada. Além de estarem relacionadas com as

exacerbações asmáticas, as PM10, juntamente com o O3 e SO2 estão também associadas, nas crianças, a taxas de incidência significativamente maiores de asma e rinite. Um estudo realizado no Chile revelou que níveis atmosféricos elevados de PM2.5 estavam associados a um aumento da afluência de crianças às urgências pediátricas por pneumonia ou outras patologias respiratórias sugerindo que a exposição a PM2.5 aumenta a suscetibilidade a infecções. As partículas agravam a inflamação crônica da doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) com uma ação semelhante à do tabaco. Por cada aumento de 10 ug/m³ de PM10 regista-se um aumento das admissões hospitalares por DPOC de 0.5% na Europa e de 1.5% nos EUA. Além disso, níveis elevados de tosse crônica com expectoração têm sido encontrados em adultos expostos a níveis ambientais elevados de PM10. Está documentada uma relação entre as partículas constituídas por hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, como o benzo(a)pireno, e a ocorrência de cancro de pulmão. Contudo, atualmente, está provado não só o poder mutagénico da matéria particulada, mas também diferente atividade adjuvante em conjugação com determinado alergénio com variações regionais e sazonais. A inflamação e o stress oxidativo provocados pelas partículas também sensibilizam para as patologias ateroscleróticas tanto pulmonares como cardiovasculares. A exposição a longo prazo às concentrações de matéria particulada atuais pode levar a uma redução acentuada na esperança de vida, principalmente devido ao aumento da mortalidade cardiopulmonar e cancro do pulmão. A exposição crônica a PM2,5, mesmo em pequenas concentrações, tem sido associada a um aumento da mortalidade. Grandes concentrações estão associadas a diminuição da função pulmonar, diminuição da pressão arterial sistólica e aumento da frequência cardíaca. Ainda não se encontram esclarecidos os mecanismos através dos quais as partículas podem originar todos estes problemas respiratórios. Alguns autores acreditam que as partículas penetram profundamente nas vias aéreas induzindo inflamação alveolar que altera a coagulabilidade sanguínea e liberta mediadores que induzem episódios agudos de doenças respiratórias e cardiovasculares. Os mesmos autores também acreditam que são os elementos constituintes das partículas, como os metais de transição, que danificam as vias aéreas levando à produção de radicais livres, funcionando assim, as partículas como um veículo de transporte. Em conclusão, são vários os efeitos das partículas na saúde respiratória e prova disso é um estudo realizado pela APHEA (Agency for Public Health Education Accreditation) que revelou por cada aumento diário de 10µg de PM10 um aumento do número de internamentos hospitalares ou entradas nas urgências: 1.2% por asma nas crianças, 1,1% por asma nos adultos com idade até 64 anos e 0,9% para todas as doenças respiratórias em idosos.

Tabela 1 - Concentração de carboxihemoglobina e os seus efeitos

Concentração de carboxihemoglobina (%)	Efeitos
2.3-4.3	Diminuição de 3-7% na relação entre o tempo de trabalho e a exaustão em adultos jovens saudáveis.

2.0-4.5	Diminuição da capacidade de exercício em pacientes com angina.
5-5.5	Diminuição do consumo máximo de oxigénio e da capacidade de exercício em adultos jovens saudáveis durante exercício extenuante.
<5	Alterações da vigília.
5-17	Diminuição da percepção visual, destreza manual, capacidade de aprender ou do desempenho de tarefas sensoriais motoras complexas (p.ex. conduzir)

3.1.2 Efeitos extra-respiratórios

Já foi realçado anteriormente que os níveis atmosféricos de partículas têm sido associados a taxas elevadas de mortalidade e morbidade cardiovascular. Um estudo realizado nos EUA mostrou que a exposição a PM10 estava associada a um aumento de alguns marcadores de risco cardiovascular, nomeadamente o fibrinogénio, leucócitos e plaquetas. Outro estudo realizado numa área urbana de Los Angeles revelou que um aumento de 10 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ de PM2,5 estava associado a um aumento de 4% da espessura da íntima da carótida, um sinal de aterosclerose subclínica. As arritmias cardíacas também estão significativamente associadas a níveis elevados de NO₂, CO e partículas. Doentes diabéticos, hipertensos ou com história de doença cardíaca isquémica expostos a ambientes poluídos com partículas, apresentam uma baixa variabilidade da frequência cardíaca. Ainda permanece por esclarecer o efeito das partículas sobre a incidência dos acidentes vasculares cerebrais. A nível dos efeitos reprodutivos e de desenvolvimento também se encontrou relação entre o nível ambiental de partículas e uma elevação do número de óbitos infantis. Um estudo realizado em crianças norte americanas que nasceram entre 1989-1991 revelou que altos níveis de PM10 estavam associados a taxas de mortalidade infantil elevadas por síndrome da morte súbita do lactente. As partículas podem também ser a causa de baixo peso à nascença, por cada aumento de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM regista-se uma diminuição de 6.9g do peso à nascença. Níveis elevados de PM10, num estudo realizado no Texas, relacionaram-se com um maior número de casos de defeitos do septo auricular. Outro estudo realizado em 221,406 nascimentos em Nova Jérquia durante 1990-1991 chegou à conclusão de que a incidência de casos de baixo peso à nascença, partos pré-termo e mortes fetais eram significativamente mais comuns em mães que habitassem em áreas com níveis de PAH elevados.

3.2 Ozono

A molécula de ozono contém três átomos de oxigénio (O₃) em vez dos habituais dois do oxigénio gasoso (O₂). Na estratosfera, o ozono desempenha um papel vital ao

bloquear as radiações ultravioletas, mas ao nível do solo é tóxico para os seres humanos. O ozono é produzido sobretudo por reações atmosféricas envolvendo compostos orgânicos voláteis, óxidos de nitrogénio e radiação solar. No entanto, pode ser produzido por vários processos diretos, tais como relâmpagos (44) e dispositivos eletrónicos como fotocopiadoras. A produção indireta de ozono é mais eficiente durante o tempo quente. Tal como as partículas, o ozono também pode viajar milhares de quilómetros. A semivida do ozono atmosférico é de 1-2 semanas no verão e 1-2 meses no inverno. O ozono desempenha um papel crucial na proteção da vida na Terra, atuando como uma barreira natural contra os raios ultravioleta prejudiciais do sol. A camada de ozono, localizada na estratosfera, absorve grande parte da radiação ultravioleta, proporcionando um ambiente propício para a vida prosperar. No entanto, a atividade humana tem contribuído para a depleção dessa camada, apresentando sérios desafios para a saúde ambiental e humana.

Os principais culpados pela depleção da camada de ozono são substâncias químicas conhecidas como clorofluorcarbonetos (CFCs), halons e outros compostos contendo cloro e bromo. Essas substâncias são comumente encontradas em refrigeradores, aerossóis, solventes industriais e equipamentos de ar condicionado. Quando liberadas na atmosfera, essas substâncias sobem até a estratosfera, onde a luz solar quebra as moléculas, liberando átomos de cloro e bromo. Os átomos liberados destroem as moléculas de ozono de maneira catalítica, ou seja, um átomo de cloro ou bromo pode destruir milhares de moléculas de ozono antes de ser removido da estratosfera. Essa destruição progressiva resulta em um afinamento da camada de ozono, permitindo que mais radiação ultravioleta alcance a superfície da Terra.

Os impactos da depleção da camada de ozono são significativos. A exposição aumentada à radiação ultravioleta está associada a uma série de problemas de saúde, incluindo câncer de pele, cataratas e supressão do sistema imunológico. Além disso, organismos aquáticos e terrestres, como fitoplâncton e plantas, podem ser afetados negativamente, prejudicando ecossistemas inteiros.

Em resposta a esses desafios, a comunidade internacional adotou o Protocolo de Montreal em 1987. Este acordo comprometeu os países a reduzirem e, eventualmente, eliminarem a produção e consumo de substâncias que depletem a camada de ozono. Como resultado, tem havido progressos notáveis na redução das emissões de substâncias prejudiciais, contribuindo para a recuperação gradual da camada de ozono.

No entanto, é importante continuar monitorando de perto a situação e garantir o cumprimento contínuo do Protocolo de Montreal. Além disso, a transição para tecnologias mais sustentáveis e a conscientização pública sobre a importância da proteção da camada de ozono são passos essenciais para garantir um ambiente saudável e seguro para as gerações futuras. A preservação da camada de ozono não apenas protege a saúde humana, mas também contribui para a saúde e equilíbrio dos ecossistemas globais.

3.2.1 Efeitos respiratórios

Conhecem-se muitos efeitos do ozono na saúde respiratória, mas estes são sobretudo transitórios ou aparentemente reversíveis após uma exposição aguda com

duração de 5 minutos a 6,6 horas. No entanto, exposições diárias repetidas podem exacerbar e prolongar estes efeitos transitórios.

Vários estudos epidemiológicos documentam que níveis elevados de ozono se relacionam com um aumento de admissões hospitalares por doenças respiratórias preexistentes agravadas, aparecimento de sintomas respiratórios ou temporária diminuição da capacidade pulmonar.

Estudos realizados em asmáticos revelaram que, após a exposição ao ozono, uma menor quantidade de alergénio inalado é necessária para causar uma diminuição do volume expiratório máximo no 1ºsegundo (FEV1), o que não se verifica quando há uma exposição prévia a ar não poluído. Um estudo conduzido em 1996 durante os Jogos Olímpicos de Atlanta revelou que o tráfego rodoviário da manhã foi reduzido para 29% durante este período, que o pico de O3 caiu 28% e que conseqüentemente as consultas médicas das crianças por crises de asma caíram também 40%. Atualmente, pode afirmar-se que o ozono é um fator de risco para a exacerbação dos sintomas asmáticos. Um estudo mais recente relacionou a exposição ao ozono com uma incidência de novos diagnósticos de asma em crianças que praticam atividades físicas intensas em zonas com altas concentrações atmosféricas de ozono.

Níveis elevados de O3 e PM10 também têm sido associados a um maior número de internamentos hospitalares por pneumonia. Além da morbidade associada à exposição ao ozono atmosférico um estudo realizado em cidades norte-americanas revelou que um aumento de 10ppm nas concentrações atmosféricas de O3 estava associado também a um aumento de 0.52% na mortalidade diária. O ozono induz uma resposta inflamatória nas vias aéreas superiores e inferiores, favorecendo a migração na mucosa nasal e brônquica de eosinófilos, neutrófilos, peroxidases eosinófilas, mieloperoxidases, proteínas catiónicas eosinófilas e outros mediadores inflamatórios. Num estudo realizado com indivíduos sujeitos durante 2h a 0.4-0.6 ppm de O3 verificou-se um aumento do número de neutrófilos e de algumas prostaglandinas no lavado bronco-alveolar 3h depois da exposição. Os mesmos autores demonstraram um aumento da resposta à metacolina após a exposição. Por outro lado, outro estudo revelou que uma única exposição ao O3 (0.4 ppm durante 2h) induz uma resposta inflamatória pulmonar aguda nos humanos o que se provou pela evidência no lavado bronco-alveolar de um aumento dos níveis de células inflamatórias e de fatores solúveis potencialmente capazes de produzir lesão nas vias aéreas inferiores. Os efeitos da exposição do ozono a longo prazo ainda não estão esclarecidos, mas graças a esta capacidade de produzir inflamação pulmonar, a longo prazo os níveis elevados de ozono podem levar ao comprometimento da função pulmonar. O ozono é um potente oxidante, por isso alguns estudos sugerem que a suplementação antioxidante pode modular o seu impacto respiratório. Um estudo

realizado na cidade do México revelou que crianças asmáticas com suplementos vitamínicos antioxidantes eram menos afetadas pelo ozono do que o grupo controlo que não recebeu suplementos. Um outro estudo mostrou que os suplementos antioxidantes (400 UI vitamina E/500 mg vitamina Ambiente, poluição e saúde respiratória reduziam significativamente o declínio da função pulmonar em pessoas expostas 45 minutos a 0.12 ppm de ozono e 0.10 ppm de SO2. Assim, o aumento da ingestão de vitaminas antioxidantes (beta-caroteno, vitamina E e vitamina C) parece proteger contra os efeitos adversos agudos da exposição ao ozono.

3.2.2 Efeitos extra-respiratórios

Além dos efeitos respiratórios que podem surgir, a exposição a níveis elevados de ozono também pode provocar irritações oculares e cefaleias. A exposição ao ozono e às partículas tem sido relacionada com uma maior incidência de diabetes mellitus tipo I. A exposição prolongada à poluição do ar pode resultar em uma série de efeitos adversos que vão além dos problemas respiratórios inicialmente evidentes. Substâncias tóxicas presentes nos poluentes atmosféricos têm a capacidade de serem absorvidas pela corrente sanguínea, impactando diversos órgãos e sistemas do corpo.

A saúde cardiovascular é particularmente afetada, com a poluição do ar associada a um maior risco de doenças cardíacas, acidente vascular cerebral (AVC) e hipertensão arterial. As partículas finas presentes na poluição podem entrar na corrente sanguínea, desencadeando processos inflamatórios que comprometem a saúde cardiovascular.

O sistema nervoso também pode ser impactado, com estudos sugerindo possíveis efeitos cognitivos, como dificuldades de aprendizado e memória, bem como um aumento no risco de doenças neuro degenerativas, incluindo o Mal de Alzheimer.

No âmbito do sistema reprodutivo, a exposição a poluentes atmosféricos pode levar a complicações na gravidez, contribuindo para o nascimento prematuro e problemas de fertilidade.

Efeitos dermatológicos, como irritação da pele, alergias cutâneas e envelhecimento prematuro, podem ser observados devido à exposição direta a partículas e produtos químicos presentes na poluição.

A poluição do ar também pode influenciar o metabolismo, contribuindo para condições metabólicas adversas, como resistência à insulina e obesidade, aumentando o risco de desenvolvimento de diabetes tipo 2.

Problemas oculares, como irritação, coceira e vermelhidão, também podem ser atribuídos à exposição constante à poluição do ar. Condições mais graves, como catarata, também foram associadas a esse tipo de exposição. O sistema imunológico é impactado, tornando o organismo mais suscetível a infecções e comprometendo as respostas imunológicas eficazes, o que pode resultar em uma maior incidência de infecções respiratórias e outras doenças.

Esses efeitos extra-respiratórios destacam a necessidade crítica de abordar e mitigar a poluição do ar, implementando estratégias e políticas ambientais que visem à redução desses poluentes para proteger integralmente a saúde humana e o equilíbrio dos sistemas orgânicos.

3.3 Monóxido de carbono

O monóxido de carbono (CO) é um produto da combustão incompleta. As suas fontes principais são os processos de combustão de veículos, fontes de aquecimento, produção de energia a carvão e queima de biomassa. O monóxido de carbono é produzido em maiores quantidades se a combustão não for eficiente, nos tempos mais frios e em altitudes mais elevadas. O monóxido de carbono tem uma semivida atmosférica de 1-2 meses e também pode viajar por milhares de quilômetros de

distância. O monóxido de carbono (CO) é um gás incolor, inodoro e insípido que representa uma ameaça silenciosa para a saúde humana. Ele é produzido pela queima incompleta de combustíveis como madeira, gás natural, gasolina e óleo diesel. A presença de monóxido de carbono em ambientes fechados ou mal ventilados pode ter sérias consequências para a saúde, pois interfere no transporte de oxigênio pelo corpo.

Quando o monóxido de carbono é inalado, ele se liga à hemoglobina no sangue com uma afinidade muito maior do que o oxigênio. Isso forma a carboxiemoglobina, reduzindo a capacidade do sangue de transportar oxigênio para os tecidos e órgãos. Mesmo em baixas concentrações, a exposição prolongada ao monóxido de carbono pode levar a efeitos adversos.

Os sintomas da intoxicação por monóxido de carbono incluem dor de cabeça, tonturas, náuseas, confusão mental e, em casos mais graves, perda de consciência e morte. O monóxido de carbono é muitas vezes chamado de "assassino silencioso" porque seus efeitos podem passar despercebidos até que atinjam níveis perigosos.

As fontes comuns de monóxido de carbono incluem sistemas de aquecimento a gás, fogões, lareiras, churrasqueiras, veículos em funcionamento em garagens fechadas e aparelhos a combustão. Incêndios também são uma fonte significativa de liberação desse gás tóxico.

A prevenção da intoxicação por monóxido de carbono envolve a instalação de detectores em ambientes residenciais e comerciais, especialmente em áreas próximas a fontes de combustão. A manutenção regular de equipamentos a gás, sistemas de ventilação e chaminés também é crucial para garantir uma queima completa do combustível, minimizando a produção de monóxido de carbono.

Em situações de emergência, a evacuação imediata do local afetado é essencial. A busca de atendimento médico também é crucial para a remoção do monóxido de carbono do organismo, muitas vezes por meio da administração de oxigênio puro.

A conscientização sobre os riscos do monóxido de carbono e a adoção de práticas seguras ao lidar com fontes de combustão são vitais para proteger a saúde pública. A prevenção eficaz e a educação contínua são as chaves para mitigar os perigos associados a esse gás tóxico e garantir ambientes seguros e saudáveis para todos.

3.3.1 Efeitos respiratórios

O monóxido de carbono entra na corrente sanguínea e reduz a entrega de oxigênio aos órgãos e tecidos do corpo. As pessoas que sofrem de doença cardiovascular, particularmente angina e doença vascular periférica são as mais suscetíveis aos efeitos do monóxido de carbono. Ao provocar uma diminuição da capacidade de absorção de oxigênio, o monóxido de carbono diminui a capacidade de trabalho sob condições de esforço máximo. A inalação de CO leva a um aumento da concentração de carboxiemoglobina no sangue. A concentração de carboxiemoglobina no sangue necessária para induzir uma diminuição da capacidade de consumo de oxigênio é de cerca de 5 %. Crianças expostas a níveis elevados de CO apresentam mais infecções respiratórias superiores.

Os sintomas clássicos do envenenamento por CO são as cefaleias e tonturas para níveis de carboxiemoglobina entre 10 e 30 %. Quando os níveis ultrapassam este

valor os sintomas são cefaleias intensas, sintomas cardiovasculares e mal-estar geral. Já os valores próximos dos 40% associam-se a risco considerável de coma e morte.

3.3.2 Efeitos extra-respiratórios

Já foi supracitado que os doentes cardiovasculares são mais suscetíveis aos efeitos do CO. Além disso, foi encontrada relação entre o aumento de concentração atmosférica de CO e o aumento da pressão arterial sistólica e diastólica em 38 controladores de tráfego automóvel previamente saudáveis em São Paulo.

Como efeitos no sistema reprodutivo e de desenvolvimento, estudos realizados no Brasil sugerem que a exposição ao monóxido de carbono pode estar associada a mortes. O monóxido de carbono parece também influenciar o aparecimento de efeitos ao nível do sistema neurológico e neuropsiquiátrico. Um estudo italiano revelou que as cefaleias eram muito mais frequentes quando os níveis de monóxido de carbono e óxidos de azoto estavam elevados. Por outro lado, um estudo prospetivo de 7.455 crianças dinamarquesas também observou que a proximidade ao tráfego e a exposição a altos níveis de benzeno e monóxido de carbono estavam associadas a taxas significativamente mais elevadas de esquizofrenia.

3.4 Óxidos de enxofre

O dióxido de enxofre (SO₂) é um subproduto da combustão dos combustíveis fósseis. É um gás incolor hidrossolúvel. As suas principais fontes são as refinarias petrolíferas, indústria do papel, indústria química e os transportes rodoviários (embora cada vez menos devido à redução da percentagem de enxofre nos combustíveis nos países desenvolvidos). Regiões que utilizam combustíveis fósseis com alto teor de enxofre, como acontece em Pequim, podem alcançar altos níveis de dióxido de enxofre, principalmente durante a estação quente.

O dióxido de enxofre é normalmente um poluente local, mas as suas formas oxidadas podem persistir e ser transportadas por distâncias consideráveis.

3.4.1 Efeitos respiratórios

A exposição ao SO₂ nos indivíduos asmáticos, mesmo a baixas concentrações, está associada ao aumento da bronca constrição. Altas concentrações relacionam-se com diminuição da função pulmonar.

Um estudo realizado na China verificou que o número de internamentos por DPOC aumentou com o aumento do SO₂ e PM. O coeficiente de correlação mais alto foi com o SO₂. Quando as concentrações de SO₂ aumentavam de 200 para 300 µg/m³ a percentagem de internamentos por DPOC aumentava 0.83%.

Níveis elevados de SO₂ e de O₃ têm sido relacionados com o aumento de casos de gripe. A exposição a longo prazo também tem sido associada a diminuição da função pulmonar e aumento da mortalidade. Em Xangai realizou-se um estudo em 105 mulheres (50-59 anos) e 98 crianças (10-12 anos) em duas áreas com diferentes níveis de SO₂ e com níveis semelhantes de PM, que revelou uma redução de 99.48 ml na FVC (capacidade vital forçada) e 70.15ml no FEV₁ nas crianças e uma redução de 56.53 ml na FVC das mulheres por cada aumento de 100µg/m³ de SO₂. No entanto, outro estudo

realizado noutras cidades da China apenas associou a disfunção pulmonar nas crianças com as PM, não encontrando qualquer relação com o SO₂ e NO_x.

3.4.2 Efeitos extra-respiratórios

Além dos efeitos respiratórios, o dióxido de enxofre tem também efeitos no desenvolvimento e reprodução. Dados apontam que por cada aumento de 100µg/m³ de SO₂ regista-se uma diminuição do peso à nascença de 7,3g. (41) Níveis elevados de SO₂ também estão relacionados com um maior número de defeitos do septo ventricular. Vários estudos revelam uma associação entre o dióxido de enxofre e a ocorrência de partos pré-termo.

3.5 Óxidos de azoto

Os óxidos de azoto são produzidos em grande quantidade pela combustão industrial e automóvel e pela oxidação de fertilizantes nitrogenados. Podem também ser produzidos na atmosfera. Na combustão a elevadas temperaturas o azoto e o oxigénio moleculares do ar formam os óxidos de azoto, sobretudo monóxido de azoto que se oxida em grande parte. O NO₂ é um gás com propriedades fortemente oxidantes. Não é transparente, ao contrário dos outros poluentes atmosféricos, mas sim de cor castanha. Os óxidos de nitrogénio (NO_x) são uma família de compostos que inclui o óxido nítrico (NO), o dióxido de nitrogénio (NO₂) e o trióxido de nitrogénio (N₂O₃).

Originados principalmente da queima de combustíveis fósseis em veículos e instalações industriais, os NO_x contribuem para a poluição atmosférica.

O dióxido de nitrogénio (NO₂) é particularmente preocupante, sendo um precursor do ozônio troposférico e um poluente atmosférico associado a problemas respiratórios. Estratégias de controlo de emissões e regulamentações ambientais visam mitigar os impactos negativos dos NO_x na qualidade do ar e na saúde humana.

3.5.1 Efeitos respiratórios

O dióxido de azoto atinge mais facilmente as vias aéreas inferiores do que o SO₂ porque é menos solúvel. O NO₂ é capaz de alterar a capacidade imunológica pulmonar e por isso associa-se a um aumento da suscetibilidade para infeções respiratórias. É altamente reativo tendo sido já definido como causador de bronquite e pneumonia.

Estudos realizados em doentes com rinite alérgica e asma alérgica sugerem que a NO₂ pode de alguma forma preparar os eosinófilos para uma posterior ativação por antígeno inalado em indivíduos atópicos. Por isso, a exposição mesmo em pequenas

quantidades induz uma resposta inflamatória e aumenta a suscetibilidade ao ozono e a outros alérgenos.

Vários estudos mostram que existe uma interdependência entre o NO₂ e outros poluentes o que sugere que os efeitos na saúde dependem da interação entre os diversos contaminantes emitidos pelas fontes de combustão. Crianças expostas a NO₂ correm um risco acrescido de desenvolver doenças respiratórias.

Relativamente à mortalidade, a exposição mesmo de curta duração está associada tanto ao seu aumento como também ao aumento de internamentos hospitalares.

3.5.2 Efeitos extra-respiratórios

Em termos cardiovasculares, tal como já foi referido anteriormente, os níveis de NO₂ juntamente com outros poluentes estão associados a arritmias cardíacas.

Relativamente à reprodução e desenvolvimento, o NO₂ está mais relacionado com a mortalidade de crianças com menos de 5 anos (68) e com a ocorrência de morte intrauterina do que os outros poluentes atmosféricos. Hoje também se sabe que o NO₂ e as partículas finas estão relacionados com um mau desenvolvimento pulmonar nas crianças. Tal como as partículas níveis elevados de NO₂ também estão associados a síndrome de morte súbita do lactente. Este estudo mostrou ainda que o mesmo não acontece com o CO uma vez que não foi encontrada nenhuma associação.

3.6 Chumbo (Pb) e outros metais

Chumbo, mercúrio, cádmio, arsênio e outros metais tóxicos são libertados no ambiente por vários processos: tráfego rodoviário (gasolina com chumbo), combustão de carvão, processos industriais e emissões vulcânicas. Alguns podem também fazer parte da constituição do tabaco. A presença destes metais, a nível sanguíneo, encontra-se sobretudo em indivíduos que vivem nos arredores das incineradoras de lixo. O chumbo (Pb) e outros metais pesados são poluentes ambientais de grande preocupação devido aos seus efeitos tóxicos para a saúde humana e os ecossistemas. O chumbo, em particular, é conhecido por ser tóxico mesmo em baixas concentrações, sendo prejudicial principalmente para o sistema nervoso, cérebro e rins.

As principais fontes de contaminação por chumbo incluem antigas tubulações de água, tintas à base de chumbo, baterias automotivos, indústrias de fundição e emissões de veículos. Crianças são especialmente vulneráveis, já que a exposição ao chumbo pode afetar seu desenvolvimento neurológico, resultando em problemas de aprendizado e comportamentais.

Além do chumbo, metais como mercúrio, cádmio, cromo e arsênio também são preocupantes. O mercúrio, por exemplo, é liberado principalmente por atividades industriais e mineração, podendo contaminar corpos d'água e, eventualmente, entrar na cadeia alimentar, impactando a saúde humana quando consumimos peixes contaminados.

O cádmio é comumente encontrado em fertilizantes fosfatados, pesticidas e emissões industriais. A exposição prolongada pode levar a problemas renais e pulmonares.

O cromo, especialmente na forma hexavalente, é usado em indústrias como a de cromagem e pode causar câncer e danos pulmonares.

O arsênio pode contaminar água potável, especialmente em regiões com depósitos naturais ou devido a atividades industriais. A exposição ao arsênio está associada a câncer, problemas cardíacos e danos aos órgãos.

A regulamentação e controle desses metais são essenciais para prevenir danos à saúde humana e ambiental. Estratégias incluem a remoção de fontes de emissões, monitoramento da qualidade da água e do solo, além de práticas sustentáveis na indústria. A educação pública sobre os riscos associados à exposição a metais pesados também desempenha um papel vital na prevenção de problemas de saúde relacionados.

3.6.1 Efeitos respiratórios

Os metais pesados têm impacto sobre a saúde respiratória principalmente quando atuam em conjunto com o dióxido de enxofre e partículas, entre outros poluentes. Esta condição verifica-se sobretudo nas emissões vulcânicas. Estas, por sua vez, estão associadas a uma pior progressão da asma.

3.6.2 Efeitos extra-respiratórios

O chumbo pode alterar praticamente todos os processos bioquímicos e sistemas do organismo humano. Pode interferir com os sistemas cardiovascular, reprodutivo e neurológico, com a hematopoiese, com a ação da vitamina D, entre outros.

Estudos experimentais e epidemiológicos sugerem que o chumbo é uma neurotoxina que prejudica o desenvolvimento cerebral das crianças, mesmo em níveis considerados anteriormente seguros.

Os efeitos tóxicos associados à exposição crónica ao chumbo, mesmo em baixos níveis, constituem hoje uma grande preocupação pela sua ausência de sintomas. Assim, a única forma de prevenir a intoxicação por chumbo é identificar e controlar as fontes de exposição. O chumbo não é o único metal com efeitos prejudiciais na saúde. O arsênio também está associado a cancro da pele, neuropatia e lesão dos pulmões e dos rins.

3.7 Compostos orgânicos voláteis, metano (CH₄), solventes e pesticidas

Os compostos orgânicos voláteis (COV) compreendem uma vasta gama de substâncias químicas que se evaporam facilmente no ar. Destas substâncias fazem parte, por exemplo, o benzeno, tolueno, xilenos e MTBE (éter metil terc-butílico). As maiores fontes incluem as refinarias de petróleo, transporte rodoviário, consumo de gás natural, armazenamento de combustíveis e resíduos, produtos domésticos, pesticidas, emissões industriais e florestais.

O benzeno é um composto orgânico utilizado como aditivo nos combustíveis, substituindo, em parte, o chumbo, e que resulta da volatilização dos mesmos. Assim, nas zonas urbanas o tráfego rodoviário é uma fonte que assume um papel substancial. No interior das habitações, muitas vezes as concentrações de benzeno são superiores às concentrações ao ar livre devido ao fumo do tabaco.

Tal como outras classes de poluentes, os compostos orgânicos voláteis e alguns pesticidas podem percorrer largas distâncias. Por exemplo, um estudo na Califórnia verificou que a pulverização agrícola com inseticidas organofosforados (clorpirifos)

umenta significativamente os níveis aéreos desta substância ($p < 0.0001$) a uma distância de 4,8 km durante 4 dias.

O metano é o hidrocarboneto gasoso mais comum no ar ambiente correspondendo a 1.8 ppm das camadas mais baixas da atmosfera. Não é normalmente incluído no grupo dos compostos orgânicos voláteis, sendo classificado isoladamente. Cerca de 60% do metano atmosférico é produzido por fontes antropogénicas, incluindo aterros e combustão de biomassa, exploração, distribuição e consumo de gás natural, petróleo e carvão. Os restantes 40% são produzidos pela decomposição da vegetação, florestas e oceanos.

3.7.1 Efeitos respiratórios

Os compostos orgânicos voláteis podem desencadear asma. Um estudo realizado nos EUA em 8549 crianças revelou que a incidência de asma era mais comum em locais onde existiam indústrias produtoras de COV. Numerosos episódios de pieira foram registados em áreas onde se utilizava gasolina com MTBE. Por outro lado, outros estudos não revelaram nenhuma associação entre a asma e a gasolina composta com MTBE. A Organização Mundial de Saúde considera o benzeno um agente cancerígeno para o qual não podem ser recomendados níveis seguros de exposição. Além do cancro do pulmão, a exposição prolongada a níveis ambientais elevados de benzeno também está associada à ocorrência de linfomas.

3.7.2 Efeitos extra-respiratórios

Como efeitos extra respiratórios dos COV existem relatos de casos de sensação de irritação cutânea e ocular.

Além dos efeitos pulmonares do benzeno este também está associado a outras entidades não neoplásicas sanguíneas como a anemia aplástica. A exposição prolongada de baixas concentrações de benzeno foi associada a alterações ao nível da medula óssea. O benzeno pode afetar ainda o fígado e em grávidas a placenta.

4. A qualidade do ar em Portugal

Em Portugal, segundo o decreto de lei nº56/2012 a Agência Portuguesa do Ambiente, I. P. (APA, I.P.) é a entidade responsável pela execução de políticas do ambiente e desenvolvimento sustentável tendo, para além das suas muitas outras atribuições, a responsabilidade de exercer as funções de Autoridade Nacional para a Prevenção e Controlo Integrados da Poluição, de Autoridade Nacional de Avaliação do Impacto Ambiental e de Autoridade de Avaliação Ambiental Estratégica de Planos e Programas, bem como exercer as funções de autoridade competente para o registo europeu de emissões e transferências de poluentes.

Toda a legislação comunitária relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa está reunida na Diretiva 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, 21 de maio diretiva estabelece medidas destinadas a definir e fixar objetivos relativos à qualidade do ar ambiente, com o fim de evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos para a saúde humana e para o ambiente. Os valores-limite estabelecidos para os diferentes poluentes definidos por esta diretiva encontram-se em anexo (anexos). Em Portugal, existe uma rede de estações de monitorização da qualidade do ar nas quais

são medidos os níveis de poluentes atmosféricos, posteriormente transmitidos para uma base de dados de âmbito nacional (Qualar), onde diariamente são calculados os Índices de Qualidade do Ar (IQAr) para cada uma das Zonas ou Aglomerações.

Os poluentes atmosféricos considerados no cálculo do IQAr são o monóxido de carbono (CO), o dióxido de azoto (NO₂), o dióxido de enxofre (SO₂), o ozono (O₃) e as partículas finas ou inaláveis, medidas como PM₁₀. O IQAr foi criado de forma a facilitar o acesso do público em geral a informação objetiva e de fácil leitura acerca da qualidade do ar numa determinada área. Este Índice divide-se em cinco classes “Muito Bom” a “Mau” traduzidas por uma escala de cores, em que para cada poluente correspondem gamas de concentrações diferentes em função dos seus valores-limite. A pior classificação obtida para os poluentes em estudo determina o índice da zona.

Segundo a última análise desta Agência relativamente aos índices diários registados em 2005, observa-se que a classe predominante do IQAr foi “Bom”, em conformidade com o verificado nos anos anteriores e que as PM₁₀ dominaram, como o pior poluente, logo seguidas do O₃. No entanto, nas áreas urbanas mais densamente povoadas ou em zonas com alguma importância industrial, o número de dias em que o a qualidade do ar foi pobre - IQAr “Fraco” ou “Mau” variou entre 32% e 25%, como foi o caso, nomeadamente, das zonas do Porto Litoral, Zona de Influência de Estarreja, Vale do Ave, Setúbal e Área Metropolitana de Lisboa Norte. Nas regiões de Lisboa e Porto o número de dias classificados como “Bom” registou uma tendência positiva. Neste mesmo relatório a avaliação da conformidade legal revelou que os poluentes atmosféricos com resultados mais preocupantes eram as PM₁₀ e O₃, seguindo-se o NO₂ (principalmente na aglomeração da AML Norte) e pontualmente o SO₂. Concluiu-se ainda que a tendência evolutiva das excedências registadas ao longo dos anos para o SO₂ era positiva, já para o NO₂ (na aglomeração da AML Norte) e para as PM₁₀ as excedências aos valores limite não mostravam sinais claros de melhoria e finalmente o caso do O₃ piorava para os parâmetros definidos para a proteção da saúde humana.

Entre 2004-2006 realizou-se no Porto o projeto “ImpactAir” na qualidade do ar e na saúde das Grandes Linhas de Tráfego Urbano: O caso da Via de Cintura Interna (VCI)” tendo como objetivo proceder à avaliação do impacte das emissões do tráfego que circula na VCI, na qualidade do ar e na saúde das populações locais. Espera-se que os resultados finais deste estudo possam apoiar os técnicos e decisores na área do planeamento urbano e gestão da qualidade do ar, para minimizar o impacto das grandes linhas de tráfego urbano na saúde das populações, e contribuam para a sensibilização da população para o problema das emissões resultantes do tráfego rodoviário.

Mais recentemente, durante 2006 e 2007, realizou-se em Viseu o estudo “SaudAR – A saúde e o ar que respiramos” com o objetivo de estabelecer a relação entre a qualidade do ar e a saúde humana, mas também, a evolução previsível com base nos planos de desenvolvimento existentes. Para isso estudaram-se dois grupos de crianças, um grupo a frequentar escolas numa região urbana e outro a frequentar escolas de uma região peri-urbana, aos quais se aplicaram questionários e outros exames complementares (espirometria, testes cutâneos, medição do PEF, etc.) para avaliar sinais e sintomas do aparelho respiratório. Estes dados foram depois comparados com os registos dos poluentes atmosféricos nestas zonas. Das diversas conclusões deste estudo destacam-se: a qualidade do ar em Viseu é boa, embora se verifique a ocorrência de concentrações elevadas de partículas, em especial no inverno. C, A poluição

atmosférica em Portugal (principalmente devida a partículas) é um problema de cariz «regional/nacional; as concentrações de PM10 dentro das escolas são superiores às observadas no exterior, o que demonstra a importância das fontes interiores para a degradação da qualidade do ar interior; encontram-se correlações significativas entre níveis de exposição a poluentes atmosféricos (em particular COV) e o agravamento da doença asmática; os cenários de desenvolvimento apontam genericamente para uma degradação da qualidade do ar, devido ao crescimento da população e consequente aumento das emissões de poluentes atmosféricos. Lisboa e Porto, como áreas metropolitanas densamente povoadas, muitas vezes enfrentam desafios relacionados à poluição atmosférica, especialmente durante períodos de tráfego intenso e condições meteorológicas desfavoráveis.

Portugal, como membro da União Europeia, segue as diretrizes e regulamentações europeias relativas à qualidade do ar. A Agência Portuguesa do Ambiente (APA) é a entidade responsável pelo monitoramento e gestão da qualidade do ar em Portugal.

A poluição atmosférica em Portugal é influenciada por vários fatores, incluindo o tráfego rodoviário, atividades industriais, agricultura e condições meteorológicas. Em algumas regiões, o fenômeno da inversão térmica pode agravar a retenção de poluentes na atmosfera.

As autoridades portuguesas têm implementado medidas para melhorar a qualidade do ar, como a promoção de transportes públicos, investimentos em infraestrutura para veículos elétricos, regulamentação de emissões industriais e a adoção de práticas agrícolas sustentáveis.

Para obter informações mais recentes e específicas sobre a qualidade do ar em Portugal, recomendo consultar os relatórios e dados fornecidos pela Agência Portuguesa do Ambiente, bem como outras organizações de monitoramento ambiental. Essas fontes fornecerão atualizações regulares sobre os níveis de poluentes e as medidas em vigor para melhorar a qualidade do ar no país.

5. Efeitos socioeconómicos da poluição

A relação atual entre o nível económico dos países e o impacto da poluição na saúde pode ter tendências opostas. Por um lado, a industrialização dos países tende a aumentar o nível de atividades potencialmente poluentes. Por outro lado, maior poder económico fornece uma capacidade crescente para monitorizar e controlar a poluição. A primeira tendência parece dominar nos países em desenvolvimento enquanto a segunda domina nos países mais desenvolvidos. Vários estudos indicam que as concentrações de diversos poluentes atmosféricos têm vindo a aumentar nos países em desenvolvimento e a diminuir nos países desenvolvidos.

Assim, os piores problemas económicos localizam-se nas cidades industrializadas dos países de rendimentos médios.

Muitos estudos epidemiológicos sobre este tema têm sido realizados na China. Aqui a economia tem-se desenvolvido rapidamente nas duas últimas décadas. Este crescimento está habitualmente relacionado com o aumento do consumo de energia e emissões atmosféricas, o que piora a qualidade do ar. No entanto, devido à adoção de

determinadas medidas de controlo, a qualidade do ar em várias cidades da China tem vindo a melhorar. Dentro dessas medidas destacam-se: a recolocação de indústrias poluidoras, a mudança para combustíveis menos poluentes, normas de emissão mais rigorosas para fontes móveis e fixas, melhor ordenamento de território e aumento do investimento nas construções. A aplicação destas medidas diminuiu os níveis de partículas e SO₂ na última década, mas os níveis de Nox continuam a aumentar devido ao aumento do número de veículos motorizados. O carvão foi e continua a ser a principal fonte de energia na China, mas em algumas cidades o padrão de poluição atmosférica tem vindo a mudar, das típicas emissões provenientes do carvão para as emissões provenientes dos transportes rodoviários.

Os custos económicos provocados pela poluição atmosférica são difíceis de estimar com precisão. A exposição aos diferentes poluentes atmosféricos ou à combinação destes cria grandes custos económicos ao aumentar a mortalidade, morbilidade, absentismo e perda de produtividade. Vários estudos sugerem que a poluição atmosférica tem um papel relevante no aumento do absentismo escolar das crianças. (4, 82) Um destes estudos realizado na Califórnia mostrou que um aumento de 0.02ppm nos níveis de O₃ estava associado a um aumento de 63% do absentismo escolar. (82) Além dos efeitos na saúde a poluição atmosférica implica outros custos ao provocar fenómenos de redução da visibilidade, aquecimento global, danos em veículos e construções assim como alterações da flora e da fauna. O custo total de doenças respiratórias na União Europeia, incluindo o valor de DALYs (Disability Adjusted Life Years) perdidos por doenças respiratórias é de 380 mil milhões de euros. Sabendo que muitas das causas das doenças respiratórias estão relacionadas com a qualidade do ar muito dinheiro pode ser poupado na UE tomando medidas de controlo da qualidade do ar adequadas.

Também em termos de impacto económico um estudo realizado em Rouen (França) sugere que existe um aumento das vendas de medicamentos utilizados nas patologias respiratórias quando as concentrações dos poluentes aumentam nesta cidade. Em termos sociais o impacto das doenças respiratórias atribuídas à poluição é grande. Do grupo de doenças influenciadas por fatores ambientais, definidas pela WHO, as infeções respiratórias surgem logo em segundo lugar. Estando estas sobretudo associadas à poluição interior, exterior e ao tabaco, nos países desenvolvidos pode atribuir-se a estas causas 20% dos casos, já em países em desenvolvimento este valor sobe para 42%. Na França, Suíça e Áustria, estima-se que a poluição atmosférica cause mais de 40.000 mortes prematuras, mais de 25.000 novos casos de bronquite nos adultos, mais de 290.000 episódios de bronquite nas crianças, mais de 500.000 ataques de asma e mais de 16 milhões de pessoas com restrição da sua atividade.

Para combater estes efeitos socioeconómicos da poluição várias medidas podem ser aplicadas:

- Regulamentação: estabelecer normas de controlo da poluição atmosférica; taxar o uso de combustíveis fósseis; fornecer conhecimento e orientação a nível local; criar autoridades locais com capacidade fiscal, legal e institucional para controlar as emissões atmosféricas. Monitorização local da qualidade do ar.

- Informação pública e avisos de saúde: alertar moradores para possíveis episódios severos de poluição; sensibilizar a população para esta temática.

-Planeamento do território: assegurar que as atividades poluidoras estão localizadas em áreas menos suscetíveis de exposição humana.

-Política de transportes: investir em outros meios de transporte, vias pedestres e vias para bicicletas; inspeção obrigatória de veículos e programas para remover os veículos mais poluentes.

-Controlo da poluição industrial: estabelecer normas com os valores-limite das emissões e garantir a inspeção e implementação adequada dos planos de controlo; promover o uso de tecnologias limpas; criar programas especiais para pequenas e médias empresas para ajudar a reduzir os custos da redução das emissões.

-Políticas energéticas: eliminar o chumbo dos produtos petrolíferos; taxar os combustíveis muito poluentes (carvão); incentivar ao uso de combustíveis menos poluentes e a utilização de energias renováveis.

Todas estas medidas implicam a colaboração de vários departamentos governamentais e um objetivo comum, o de apoiar a estratégia global de controlo da poluição do ar.

5.1.1. Sustentabilidade e Cidadania

De acordo com Gadotti (2008), a sustentabilidade é a harmonia entre o meio ambiente e os seres humanos, envolvendo uma vida justa e um bem-estar comum. Para o autor, o estilo de vida consumista e poluidor entra em choque com o ideal de sustentabilidade.

Gadotti (2008), divide sustentabilidade em dois grandes eixos:

- Sustentabilidade ecológica, ambiental e demográfica – Diz respeito à capacidade de a natureza suportar a ação humana e ao crescimento populacional;

- Sustentabilidade cultural, social e política – Envolve as entidades relacionadas diretamente com a qualidade de vida das pessoas.

Para Gadotti (2008), educar para a sustentabilidade implica o respeito à vida, o cuidado do planeta e da comunidade, ou seja, valores éticos fundamentais para a sociedade. Afirma que a sustentabilidade é um conceito central no sistema educativo e é pensado no futuro das próximas gerações.

Brundtland & Khalid (1991), referem o conceito de desenvolvimento sustentável como a necessidade de atender às gerações no presente sem comprometer as futuras, as futuras, e dando resposta, em especial, às necessidades dos países mais pobres e populosos.

Além das necessidades básicas, os povos também ambicionam uma melhor qualidade de vida, o que muitas das vezes leva a uma crise ecológica. Por isso, é importante que os países assegurem a todos as mesmas oportunidades.

A educação ambiental para a sustentabilidade vem contribuir para alterações nas atitudes e valores das novas gerações de forma a contribuir através da educação para um ambiente mais saudável, capaz de satisfazer as necessidades dos cidadãos, sem comprometer o futuro das próximas gerações. Para os autores, a educação ambiental para a sustentabilidade é uma ferramenta que contribui para uma responsabilidade

interjuncional, ou seja, a capacidade de cada geração cuidar da sua herança cultural e natural para as futuras gerações (Pedroso, 2018).

A educação ambiental para a sustentabilidade faz parte da educação para a cidadania e está presente no currículo e no primeiro ciclo do Ensino Básico, com o objetivo de sensibilizar e promover mudanças no comportamento dos mais jovens (Pedroso, 2018). No mesmo documento sublinha-se a importância da cidadania ambiental, definindo-a como uma prática individual, pública e coletiva com o intuito de tentar resolver problemas ambientais através da informação, comunicação, formação e da educação.

O professor tem um papel fulcral ao proporcionar aos alunos condições necessárias à mudança de comportamentos, para que se tornem cidadãos conhecedores da relevância que as suas atitudes têm na preservação do meio ambiente. É necessário que cada vez mais cedo, os alunos sejam familiarizados sobre assuntos que envolvam a Educação ambiental para a Sustentabilidade. O que existe atualmente nas escolas é uma aprendizagem pouco significativa, onde não envolve ativamente os alunos no processo de aprendizagem. Existe uma falta de debates relacionados com o tema, para a criação de uma opinião formada sobre o desenvolvimento sustentável (Ozório et al, 2015).

5.2. A educação ambiental para a sustentabilidade

Atendendo aos temas e subtemas sugeridos no Referencial de Educação Ambiental para a Sustentabilidade, nesta secção é feita uma breve referência a alguns dos problemas ambientais mais preocupantes e que podem ser alvo de debate com os alunos. Attenborough (2020), garante que foi um afortunado por ter vivido numa época onde existia uma grande variedade de biodiversidade, por esse motivo, viajou pelo mundo e conseguiu observar vários fenómenos da natureza. Contudo, ao longo dos anos essa diversidade foi diminuindo, devido à má gestão do Homem dos recursos fornecidos pela natureza.

O autor alertou também para um futuro cenário caótico caso não existam alterações no estilo de vida das diferentes populações. Previu a destruição de diferentes habitats e a redução de espécies animais, bem como um aumento da temperatura da Terra que a longo prazo levará à extinção da espécie humana. Porém, frisou que ainda existe solução para o futuro das seguintes gerações, mas para isso é necessário o apoio de todos os países e começar imediatamente. Defendeu o uso de energias renováveis que levarão a uma melhor utilização dos recursos da natureza sem a prejudicar, solicitou zonas de proibição de pesca para que assim, as espécies marinhas se possam reproduzir e aumenta a sua população. Requer que existam menos zonas de cultivo para que as espécies selvagens consigam expandir-se e também pede para a população alterar os nossos hábitos alimentares, reduzindo o consumo de carne e peixe e optar por outros alimentos.

Salienta que a agricultura deve utilizar menos fertilizantes e pesticidas, desta forma, o solo não ficará contaminado. Também apela à redução da desflorestação e assim à conservação das florestas, para que estas absorvam o carbono da atmosfera. Segundo o autor todas estas medidas não são meramente uma forma de salvar a natureza, mas principalmente, salvar a humanidade (Attenborough, 2020). A crescente

preocupação com as questões ambientais nas últimas décadas destaca a necessidade urgente de uma abordagem educacional que vá além dos muros das escolas e alcance todos os segmentos da sociedade. A Educação Ambiental, um pilar fundamental nesse cenário, desempenha um papel crucial na formação de indivíduos conscientes, críticos e engajados na busca por soluções sustentáveis. Este texto busca explorar em detalhes a complexidade e a importância dessa disciplina, destacando seus princípios, ações práticas e desafios enfrentados, enquanto aponta para um futuro em que a sustentabilidade seja não apenas um conceito, mas uma prática incorporada em todos os aspectos da vida.

A Educação Ambiental não se limita a meras informações em sala de aula; ela é um processo contínuo e dinâmico que transcende as fronteiras acadêmicas. Seu objetivo é desenvolver uma compreensão crítica das interações entre os seres humanos e o ambiente que os cerca. Essa abordagem multidisciplinar incorpora conhecimentos das ciências naturais, ciências sociais, tecnologia e humanidades, criando uma visão holística dos desafios ambientais.

A interdisciplinaridade é uma das pedras angulares da Educação Ambiental. Ela busca conectar áreas de conhecimento aparentemente distintas, reconhecendo que a resolução dos problemas ambientais requer uma compreensão abrangente. A participação ativa dos aprendizes é outra peça-chave; o simples ato de absorver informações não é suficiente. A Educação Ambiental incentiva a reflexão crítica e o envolvimento direto, permitindo que os alunos se tornem agentes de mudança em suas comunidades.

A contextualização local e global é crucial para a relevância da Educação Ambiental. Conectar problemas ambientais globais às realidades locais não apenas torna o aprendizado mais tangível, mas também estimula soluções adaptadas a contextos específicos. O desenvolvimento sustentável é um princípio norteador, lembrando-nos constantemente da importância de atender às necessidades do presente sem comprometer o futuro das próximas gerações.

A conscientização e a informação são as primeiras ferramentas empregadas pela Educação Ambiental. Ao entender os impactos das mudanças climáticas, a perda de biodiversidade e a poluição, os indivíduos tornam-se mais propensos a adotar comportamentos responsáveis. Mas a educação não para na conscientização; ela busca ativamente mudar atitudes e comportamentos. Isso significa não apenas entender os problemas, mas também agir de maneira a minimizar o impacto negativo no meio ambiente.

Envolvimento comunitário é outra esfera vital da Educação Ambiental. A sustentabilidade não é uma jornada solitária; é um esforço coletivo. Através da promoção de ações colaborativas, a educação ambiental incentiva comunidades a encontrar soluções locais para desafios globais. Desenvolver habilidades práticas é igualmente importante. Capacitar os indivíduos com conhecimentos técnicos, como práticas de reciclagem e conservação da água, é tão crucial quanto equipá-los com habilidades sociais para advogar pela sustentabilidade em suas comunidades.

Apesar dos progressos significativos, a Educação Ambiental ainda enfrenta desafios consideráveis. A falta de integração curricular, recursos limitados e, em alguns casos, resistência à mudança são obstáculos que precisam ser superados. No entanto, a

crecente consciência global sobre a urgência das questões ambientais sinaliza um futuro promissor.

A Educação Ambiental não é apenas uma disciplina; é um catalisador para a transformação. À medida que a sociedade reconhece a interconexão entre ações individuais e impactos ambientais, investir na Educação Ambiental torna-se crucial. Este investimento não é apenas na formação de indivíduos conscientes, mas na construção de um futuro equilibrado e sustentável. Ao adotarmos uma abordagem abrangente e participativa, podemos criar uma sociedade na qual a sustentabilidade não seja apenas um conceito, mas uma forma de vida incorporada em cada ação e decisão cotidiana.

5.2.1. Aquecimento Global

O aquecimento global é um aumento da temperatura média superficial global que é provocado por fatores internos e/ou externos. Os fatores internos são mais complexos, estão associados a variáveis como a atividade solar, a composição físico-química atmosférica, o movimento das placas tectônicas e o vulcanismo. Já os fatores externos, estão associados ao Homem e podem ser reduzidos: a emissão de gases de estufa porque ima de combustíveis fósseis como o carvão, petróleo, entre outros. A junção de ambos fatores provoca o desequilíbrio energético do sistema climático, o que obriga o clima a mudar, surgindo o aquecimento global (Silva & Paula, 2009). Aquecimento global é o processo de aumento da temperatura média dos oceanos e da atmosfera da Terra causado por massivas emissões de gases que intensificam o efeito estufa, originados de uma série de atividades humanas, especialmente a queima de combustíveis fósseis e mudanças no uso da terra, como o desmatamento, bem como de várias outras fontes secundárias. Essas causas são um produto direto da explosão populacional, do crescimento econômico, do uso de tecnologias e fontes de energia poluidoras e de um estilo de vida insustentável, em que a natureza é vista como matéria-prima para exploração. Os principais gases do efeito estufa emitidos pelo homem são o dióxido de carbono (ou gás carbônico, CO₂) e o metano (CH₄). Esses e outros gases atuam obstruindo a dissipação do calor terrestre para o espaço. O aumento de temperatura vem ocorrendo desde meados do século XIX e deverá continuar enquanto as emissões continuarem elevadas. O aumento nas temperaturas globais e a nova composição da atmosfera desencadeiam alterações importantes em virtualmente todos os sistemas e ciclos naturais da Terra. Afetam os mares, provocando a elevação do seu nível e mudanças nas correntes marinhas e na composição química da água, verificando-se acidificação, dessalinização e desoxigenação. Interferem no ritmo das estações e nos ciclos da água, do carbono, do nitrogênio e outros compostos causam o degelo das calotas polares, do solo congelado das regiões frias e dos glaciares de montanha, modificando ecossistemas e reduzindo a disponibilidade de água potável. Tornam irregulares os regimes de chuvas e o padrão dos ventos, produzem uma tendência à desertificação das regiões florestadas tropicais, enchentes e secas mais graves e frequentes, e tendem a aumentar a frequência e a intensidade de tempestades e outros eventos climáticos extremos, como as ondas de calor e de frio. As mudanças produzidas pelo aquecimento global nos sistemas biológicos, químicos e físicos do planeta são vastas, algumas são de longa duração e outras são irreversíveis, e provocam uma grande redistribuição geográfica da biodiversidade, o declínio populacional de grande número de espécies, modificam e desestruturam ecossistemas em larga escala, e geram por consequência problemas sérios para a produção de alimentos, o suprimento de água e

a produção de bens diversos para a humanidade, benefícios que dependem da estabilidade do clima e da integridade da biodiversidade. Esses efeitos são intimamente inter-relacionados, influem uns sobre os outros amplificando seus impactos negativos e produzindo novos fatores para a intensificação do aquecimento global. O aquecimento e as suas consequências serão diferentes de região para região, e o Ártico é a região que está aquecendo mais rápido. A natureza e o alcance dessas variações regionais ainda são difíceis de prever de maneira exata, mas sabe-se que nenhuma região do mundo será poupada de mudanças. Muitas serão penalizadas pesadamente, especialmente as mais pobres e com menos recursos para adaptação. Mesmo que as emissões de gases estufa cessem imediatamente, a temperatura continuará a subir por mais algumas décadas, pois o efeito dos gases emitidos não se manifesta de imediato e eles permanecem ativos por muito tempo. É evidente que uma redução drástica das emissões não acontecerá logo, por isso haverá necessidade de adaptação às consequências inevitáveis do aquecimento. Uma vez que as consequências serão tão mais graves quanto maiores as emissões de gases estufa, é importante que se inicie a diminuição destas emissões o mais rápido possível, a fim de minimizar os impactos sobre esta e as futuras gerações.

A Organização das Nações Unidas publica um relatório periódico sintetizando os estudos feitos sobre o aquecimento global em todo o mundo, através do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). Estes estudos têm, por motivos práticos, um alcance de tempo até o ano de 2100. Todavia, já se sabe que o aquecimento e suas consequências deverão continuar por séculos adiante, e algumas das consequências mais graves, como a elevação dos mares e o declínio da biodiversidade, serão irreversíveis dentro dos horizontes da atual civilização. Os governos do mundo em geral trabalham hoje para evitar uma elevação da temperatura média acima de 1,5 °C, considerada o máximo tolerável antes de se produzirem efeitos globais em escala catastrófica. Num cenário de elevação de 3,5 °C a União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN) prevê a extinção provável de até 70% de todas as espécies hoje existentes. Se a elevação superar os 4 °C, uma possibilidade que não está descartada e que a cada dia parece se tornar mais plausível, pode-se prever sem dúvidas mudanças ambientais em todo o planeta em escala tal que comprometerão irremediavelmente a maior parte de toda a vida na Terra. Num cenário de altas emissões continuadas, superpopulação humana e exploração desenfreada da natureza, semelhante ao que hoje está em curso, prevê-se para um futuro não muito distante o inevitável esgotamento em larga escala dos recursos naturais e uma rápida escalada nos índices de fome, epidemias e conflitos violentos, a ponto de desestruturar todos os sistemas produtivos e sociais e tornar as nações ingovernáveis, levando ao colapso da civilização como hoje a conhecemos. Se considerarmos o futuro para além do limite de 2100, admitindo a queima de todas as reservas conhecidas de combustíveis fósseis, projeta-se um aquecimento dos continentes de até 20 °C, eliminando a produção de grãos em quase todas as regiões agrícolas do mundo e criando um planeta praticamente inabitável.

A imprensa ainda dá espaço para controvérsias mal-informadas, tendenciosas ou distorcidas sobre a realidade e a gravidade do aquecimento e seus efeitos, e influentes grupos de pressão política e econômica financiam campanhas de negacionismo climático, opondo-se ao consenso científico virtualmente unânime dos

climatologistas. Este consenso afirma que o aquecimento global está acontecendo inequivocamente e precisa ser contido com medidas vigorosas sem nenhuma demora, pois os riscos da inação, sob todos os ângulos, são altos demais. De todas as ameaças ambientais contemporâneas, o aquecimento global é a maior e a mais grave, em vista dos seus efeitos múltiplos e duradouros e do seu impacto generalizado sobre todo o mundo. O Protocolo de Quioto e outras políticas e ações nacionais e internacionais visam a redução das emissões. Todavia, as negociações intergovernamentais não têm sido muito frutíferas, os avanços nas ações de mitigação e adaptação têm sido muito lentos e pobres, e a sociedade em geral resiste irracionalmente em acatar as conclusões da ciência e mudar seu estilo de vida. O resultado é que as emissões de gases têm crescido sem cessar, não havendo sinais de que se reduzirão substancialmente no futuro próximo. Ao mesmo tempo, as evidências concretas do aquecimento global e das suas consequências têm-se avolumado ano a ano. Os meios necessários para evitar a materialização das previsões mais pessimistas já existem, como por exemplo o uso de energia limpa, redução nos níveis de consumo, reflorestamento, reciclagem de materiais e tratamento de resíduos, e devem ser implementados imediata e agressivamente em ampla escala, caso contrário essas previsões se materializarão de maneira inevitável.



Figura 2 - Aquecimento global

5.3. Perda de Biodiversidade

A biodiversidade foi definida como, “a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, incluindo, entre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas”, na Convenção sobre a Diversidade Biológica (Organização das Nações Unidas, 1992, e citado por Santos 2015p.11). Neste tratado internacional foi reconhecido por primeira vez que a conservação da diversidade biológica é uma preocupação comum da humanidade. A biodiversidade é importante para o equilíbrio dos ecossistemas, por isso, deve ser preservada. Existem fatores que contribuem para a perda da biodiversidade como: a destruição de habitats, os incêndios, espécies invasoras, excessiva exploração de recursos e práticas agrícolas, extermínio por superstição e as alterações climáticas. O

desenvolvimento dos países leva a uma redução da diversidade de espécies. Estas espécies uma vez extintas não se renovam o que poderá limitar as escolhas das futuras gerações, por isso, é essencial conservar as espécies vegetais e animais (Brundtland & Khalid, 1991). A perda da biodiversidade é um dos desafios mais urgentes enfrentados pelo nosso planeta. Ao longo das últimas décadas, temos testemunhado uma diminuição alarmante na variedade de vida em diferentes ecossistemas. Esse declínio não apenas compromete a beleza natural do mundo, mas também coloca em risco o equilíbrio fundamental dos ecossistemas e a sobrevivência de diversas espécies.

As causas da perda de biodiversidade são multifacetadas. A expansão desenfreada da atividade humana, como o desmatamento, a urbanização e a agricultura intensiva, contribui significativamente para a degradação dos habitats naturais. Além disso, a poluição, as mudanças climáticas e a introdução de espécies invasoras exacerbam ainda mais a pressão sobre os ecossistemas, reduzindo as condições ideais para a proliferação de espécies.

A perda de biodiversidade não é apenas um problema ambiental; é também uma ameaça para a humanidade. Muitos dos recursos essenciais para nossa subsistência, como alimentos, medicamentos e água potável, dependem diretamente da diversidade biológica. A extinção de espécies pode resultar na perda irreparável de conhecimentos tradicionais e na redução da resiliência dos ecossistemas diante de mudanças ambientais.

Além disso, a biodiversidade desempenha um papel crucial na estabilidade e na funcionalidade dos ecossistemas. Cada espécie, por menor que seja, contribui para a complexa teia da vida, desempenhando funções específicas que mantêm o equilíbrio ecológico. A perda de uma espécie pode desencadear um efeito dominó, afetando outras espécies e comprometendo o funcionamento saudável do ecossistema como um todo.

Para reverter a perda de biodiversidade, é crucial adotar medidas abrangentes e urgentes. A conservação de habitats naturais, a implementação de práticas agrícolas sustentáveis e a redução das emissões de gases de efeito estufa são passos essenciais. Além disso, a conscientização pública sobre a importância da biodiversidade e a promoção de práticas de consumo sustentáveis são elementos-chave para mudar o curso atual.

As iniciativas de conservação devem ser apoiadas por políticas eficazes que incentivem a preservação dos ecossistemas e a recuperação de áreas degradadas. Além disso, a cooperação internacional é fundamental, uma vez que a perda de biodiversidade não reconhece fronteiras. A implementação de acordos e estratégias globais para a conservação da biodiversidade é crucial para enfrentar esse desafio de forma efetiva.

Em última análise, a perda da biodiversidade é um alerta para a necessidade urgente de repensar nossas práticas e prioridades como sociedade. A preservação da diversidade biológica não é apenas uma responsabilidade ambiental, mas uma medida crucial para garantir um futuro sustentável para as gerações vindouras. A conscientização, a ação coletiva e o compromisso com a preservação da biodiversidade são essenciais para reverter esse declínio preocupante e construir um mundo onde a variedade de vida continue a prosperar. A perda da biodiversidade não é apenas um

fenômeno biológico; ela tem implicações profundas em termos econômicos, sociais e culturais. Muitas comunidades dependem diretamente dos recursos naturais para subsistência, e a degradação dos ecossistemas pode levar à perda de meios de vida e agravar a pobreza em diversas regiões do mundo. Além disso, a biodiversidade é um componente essencial da identidade cultural de muitas sociedades, desempenhando papéis simbólicos e espirituais que transcendem seu valor puramente funcional.

A extinção de espécies, muitas das quais ainda nem foram descobertas pela ciência, representa uma perda irreparável do potencial evolutivo. Cada organismo, por mais aparentemente insignificante que seja, contribui para a riqueza genética do planeta, oferecendo soluções adaptativas e inovações biológicas que podem ser cruciais para enfrentar desafios futuros, como doenças, mudanças climáticas e escassez de recursos.

A interconexão entre a perda de biodiversidade e as mudanças climáticas é um aspecto adicional que merece atenção. Muitos ecossistemas desempenham um papel fundamental na regulação do clima global, absorvendo carbono e contribuindo para a estabilidade do clima. A degradação desses ecossistemas não apenas acelera a perda de biodiversidade, mas também amplifica os impactos das mudanças climáticas, criando um ciclo de retroalimentação negativa.

A mitigação da perda de biodiversidade exige uma abordagem integrada que considere as complexas interações entre os diferentes elementos da natureza e as atividades humanas. A pesquisa científica desempenha um papel crucial na identificação de áreas prioritárias para a conservação, no desenvolvimento de estratégias de restauração e na compreensão dos impactos das mudanças ambientais.

Iniciativas que promovam a educação ambiental são essenciais para aumentar a conscientização sobre a importância da biodiversidade e inspirar ações individuais e coletivas. Isso envolve desde programas educacionais nas escolas até campanhas públicas que destacam o valor intrínseco da natureza e os benefícios tangíveis que ela oferece para a sociedade.

A transição para práticas sustentáveis em setores-chave, como agricultura, pesca e indústria, é vital para reduzir a pressão sobre os ecossistemas. O estabelecimento de áreas protegidas, a aplicação de regulamentações ambientais eficazes e o apoio a iniciativas de conservação comunitária são passos importantes para preservar a biodiversidade em longo prazo.

Em conclusão, a perda da biodiversidade é um desafio complexo e multifacetado que exige ação imediata em níveis global, nacional e local. Preservar a variedade de vida em nosso planeta não é apenas uma escolha ética, mas uma necessidade premente para assegurar a saúde dos ecossistemas, o bem-estar humano e a sustentabilidade do nosso planeta. A responsabilidade recai sobre todos nós, enquanto cidadãos globais, para reverter esse declínio e garantir um futuro onde a biodiversidade floresça em toda a sua beleza e importância.



Figura 3 - Biodiversidade

5.3.1. Desflorestação

As florestas são essenciais para a nossa sobrevivência. É através delas que recebemos o ar que respiramos, e elas também absorvem carbono da atmosfera e servem de casa a muitas espécies animais (Wedeux & Schulmeister-Oldenhove, 2021). A Associação ambientalista Quercus (2020), afirma que a desflorestação em Portugal se deve ao aumento da temperatura média e às alterações climáticas e que para combater estes problemas são essenciais medidas de proteção dos solos e das florestas. A existência de florestas em mau estado de conservação favorece a perda de solo e a diminuição da capacidade de infiltração e retenção de água. A mesma associação também adverte que a Sul de Portugal existe uma diminuição da área de sobreiros e azinheiras e que a Norte e Centro de Portugal, se constata uma redução de árvores autóctones, referindo que são precisas ações de proteção dessas espécies, pois estas podem contribuir para a recuperação do território. É, portanto, essencial salvar o que resta da área dos sobreiros, azinheiras e carvalhos e aumentar a floresta nativa em Portugal.

A desflorestação, ou desmatamento, é um fenómeno global que tem implicações significativas para o meio ambiente, a biodiversidade e o clima. Este processo envolve a remoção extensiva de florestas, muitas vezes para a criação de áreas agrícolas, expansão urbana, extração de recursos naturais ou outros fins económicos. A desflorestação tem impactos profundos em escala local, regional e global, apresentando desafios ambientais e sociais que exigem uma abordagem cuidadosa e sustentável.

As principais causas da desflorestação incluem a expansão agrícola, especialmente para a produção de commodities como soja, óleo de palma, carne e madeira. Além disso, atividades de mineração, infraestrutura e desenvolvimento urbano também contribuem significativamente para a perda de áreas florestais. A demanda crescente por recursos naturais impulsiona essas práticas, muitas vezes às custas da saúde dos ecossistemas florestais.

Os impactos da desflorestação são vastos e variados. Um dos resultados mais imediatos é a perda de habitat para uma variedade de espécies, levando à diminuição da biodiversidade e, em alguns casos, à extinção de plantas e animais únicos. Além disso, as florestas desempenham um papel crucial na regulação do clima global, absorvendo dióxido de carbono e liberando oxigênio durante a fotossíntese. A remoção massiva de florestas contribui para as mudanças climáticas, aumentando a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera.

Os efeitos da desflorestação também se estendem às comunidades humanas que dependem diretamente dos recursos florestais para subsistência. O desmatamento pode resultar em escassez de água, erosão do solo, degradação da qualidade do ar e perda de serviços ecossistêmicos essenciais. Além disso, muitas populações indígenas, cujas vidas e culturas estão intrinsecamente ligadas às florestas, enfrentam desafios socioeconômicos e perda de direitos territoriais.

Para abordar a desflorestação, são necessárias estratégias integradas que equilibrem as necessidades econômicas com a conservação ambiental. O estabelecimento de práticas agrícolas sustentáveis, a implementação de regulamentações eficazes, a promoção de alternativas econômicas e o apoio a iniciativas de conservação comunitária são passos importantes. Além disso, a conscientização pública e a pressão por mudanças em políticas e práticas empresariais são cruciais para promover uma abordagem mais equilibrada em relação às florestas.

Em última análise, a desflorestação é um desafio global que exige cooperação internacional e ação coletiva. A preservação das florestas não é apenas uma questão ambiental, mas uma necessidade para a sustentabilidade de ecossistemas, a mitigação das mudanças climáticas e a promoção do bem-estar humano. A busca por soluções eficazes para conter a desflorestação é fundamental para garantir um futuro onde as florestas continuem a desempenhar seu papel vital na saúde do planeta.

5.4. Poluição

A poluição da água ocorre devido ao despejo inadequado de resíduos. A poluição é um problema ambiental que afeta significativamente a qualidade do ar, da água e do solo em todo o mundo. Resultante das atividades humanas, a poluição tem consequências sérias para a saúde humana, ecossistemas naturais e o equilíbrio do planeta.

A poluição do ar é causada por emissões industriais, veiculares e domésticas, liberando poluentes como dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, partículas em suspensão e compostos orgânicos voláteis. Esses poluentes contribuem para problemas respiratórios, cardiovasculares e afetam a qualidade do ar em áreas urbanas e industriais, esgoto doméstico e produtos químicos. Isso contamina rios, lagos e oceanos, prejudicando a fauna aquática, comprometendo o abastecimento de água potável e causando danos irreversíveis aos ecossistemas aquáticos.

A poluição do solo resulta do descarte impróprio de resíduos sólidos, produtos químicos industriais e pesticidas agrícolas. Isso compromete a fertilidade do solo, prejudica a qualidade dos alimentos e pode levar à contaminação de lençóis freáticos, afetando a segurança da água subterrânea.

Além dos impactos diretos na saúde humana e nos ecossistemas, a poluição contribui para as mudanças climáticas. A emissão de gases de efeito estufa, como dióxido de carbono, metano e óxidos de nitrogênio, intensifica o aquecimento global, resultando em eventos climáticos extremos, aumento do nível do mar e alterações nos padrões climáticos.

Combater a poluição exige esforços coordenados em nível local, nacional e global. A implementação de regulamentações ambientais rigorosas, a promoção de tecnologias mais limpas, a educação ambiental e a conscientização pública são ferramentas essenciais para mitigar os impactos da poluição e preservar a qualidade do ambiente para as gerações futuras. A Terra recebe uma quantidade de radiação solar que, em sua maior parte (91%), é absorvida pela atmosfera terrestre, sendo o restante (9%) refletido para o espaço. A concentração de gás carbônico oriunda, principalmente, da queima de combustíveis fósseis, dificulta ou diminui o percentual de radiação que a Terra reflete para o espaço. Desse modo, ao não ser irradiado para o espaço, o calor provoca o aumento da temperatura média da superfície terrestre.

Devido à poluição atmosférica e seus efeitos, muitos cientistas apontam que o aquecimento global do planeta a médio e longo prazo pode ter caráter irreversível. Por isso, desde já, devem ser adotadas medidas para diminuir as emissões dos gases que provocam o aquecimento. Outros cientistas, no entanto, admitem o aumento do teor do gás carbônico na atmosfera, mas lembram que grande parte desse gás tem origem na concentração de vapor de água, o que independe das atividades humanas. Essa

controvérsia acaba adiando a tomada de decisões acerca da adoção de uma política que diminua os efeitos do aumento da temperatura média da Terra.

O carbono presente na atmosfera garante uma das condições básicas para a existência de vida no planeta: a temperatura. A Terra é aquecida pelas radiações infravermelhas emitidas pelo Sol até uma temperatura de $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$. Essas radiações chegam à superfície e são refletidas para o espaço. O carbono forma uma redoma protetora que aprisiona parte dessas radiações infravermelhas e as reflete novamente para a superfície. Isso produz um aumento de $43\text{ }^{\circ}\text{C}$ na temperatura média do planeta, mantendo-a em torno dos $16\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sem o carbono na atmosfera a superfície seria coberta de gelo. O excesso de carbono, no entanto, tende a aprisionar mais radiações infravermelhas, produzindo o chamado efeito estufa: a elevação da temperatura média a ponto de reduzir ou até acabar com as calotas de gelo que cobrem os polos. Os cientistas ainda não estão de acordo se o efeito estufa já está ocorrendo, mas preocupam-se com o aumento do dióxido de carbono na atmosfera a um ritmo médio de 1% ao ano. A queima da cobertura vegetal nos países subdesenvolvidos é responsável por 25% desse aumento. A maior fonte, no entanto, é a queima de combustíveis fósseis, como o petróleo, principalmente nos países desenvolvidos.



Figura 4 - Poluição

5.4.1. Como melhorar a situação da Poluição?

A melhoria da poluição é uma preocupação global que exige esforços coordenados em níveis individuais, comunitários, industriais e governamentais. Adotar práticas sustentáveis e implementar medidas eficazes são essenciais para mitigar os impactos negativos da poluição.

Em primeiro lugar, é crucial investir em fontes de energia renovável e tecnologias limpas. A transição para fontes de energia mais sustentáveis, como solar e eólica, reduzirá as emissões de gases de efeito estufa e a poluição do ar proveniente de combustíveis fósseis.

A promoção de práticas de transporte sustentáveis também desempenha um papel fundamental. Incentivar o uso de transporte público, carros elétricos e ciclovias pode reduzir significativamente a poluição atmosférica relacionada ao tráfego.

A gestão eficiente de resíduos é outra área crítica. Implementar políticas de reciclagem, redução de resíduos e tratamento adequado de produtos químicos tóxicos pode minimizar a poluição do solo e da água.

As regulamentações ambientais rigorosas são necessárias para controlar as emissões industriais. Empresas devem adotar tecnologias mais limpas e práticas de produção sustentáveis, visando a redução significativa de poluentes liberados na atmosfera e em corpos d'água.

Além disso, a conscientização pública é vital. Educar as pessoas sobre os impactos da poluição, incentivando práticas sustentáveis e promovendo a responsabilidade individual na redução do consumo e desperdício contribui para uma sociedade mais consciente e engajada.

A colaboração internacional é necessária para abordar a poluição transfronteiriça. Países podem compartilhar tecnologias, melhores práticas e coordenar esforços para enfrentar desafios globais.

Em resumo, a melhoria da poluição requer uma abordagem abrangente que englobe mudanças nos setores de energia, transporte, gestão de resíduos, regulamentações industriais e conscientização pública. É um desafio coletivo que exige

comprometimento global para garantir um futuro sustentável e saudável para as gerações vindouras. Além das medidas já mencionadas, há outros aspectos cruciais a serem considerados na busca pela melhoria da poluição e na promoção de um ambiente mais sustentável.

A Inovação Tecnológica desempenha um papel vital. O desenvolvimento e a implementação de tecnologias inovadoras, como sistemas de captura de carbono, podem ajudar a reduzir as emissões de poluentes atmosféricos provenientes de setores industriais intensivos.

A Agricultura Sustentável é um fator muitas vezes subestimado na discussão sobre poluição. Práticas agrícolas que evitam o uso excessivo de pesticidas e fertilizantes químicos, além de promoverem a rotação de culturas, contribuem para a redução da poluição do solo e da água.

A Preservação de Ecossistemas naturais é fundamental. Áreas verdes e ecossistemas saudáveis atuam como sumidouros naturais de poluentes e desempenham um papel crucial na manutenção da biodiversidade e no equilíbrio ambiental.

A Educação Ambiental desempenha um papel central na mudança de mentalidades e comportamentos. Ao informar e sensibilizar as pessoas sobre os impactos da poluição, é possível promover uma maior responsabilidade individual e coletiva na adoção de práticas mais sustentáveis.

A Economia Circular é uma abordagem que visa reduzir o desperdício e promover a reutilização e reciclagem de recursos. Essa abordagem busca diminuir a produção de resíduos, minimizando o impacto ambiental e contribuindo para a eficiência dos recursos.

O Monitoramento Ambiental eficaz é crucial para avaliar o progresso na redução da poluição. Sistemas de monitoramento contínuo de qualidade do ar, água e solo ajudam a identificar áreas críticas e a ajustar estratégias de mitigação.

A Participação Cidadã é outro fator essencial. Incentivar a participação ativa da comunidade em iniciativas de preservação ambiental e a defesa por políticas mais rigorosas pode criar uma pressão positiva por mudanças significativas.

Em resumo, a melhoria da poluição requer uma abordagem holística, integrando inovação tecnológica, práticas agrícolas sustentáveis, preservação de ecossistemas, educação ambiental, economia circular, monitoramento ambiental eficaz e participação cidadã. Ao abordar esses aspectos de forma abrangente, é possível criar um impacto duradouro na redução da poluição e na construção de um futuro mais sustentável.

5.5. Extinção

A extinção de espécies, um fenômeno irreversível, acarreta consequências abrangentes e profundas. A perda da biodiversidade, resultado direto da extinção, desencadeia uma série de impactos em ecossistemas e na vida humana. Entre as consequências mais significativas estão:

A Perda da Biodiversidade é um golpe crítico para a estabilidade dos ecossistemas. Cada espécie contribui para a complexidade e equilíbrio dos sistemas naturais, e sua extinção desestabiliza as interações ecológicas.

Os Ecossistemas sofrem Desestabilização, pois a extinção de uma espécie pode ter efeitos cascata. A interdependência entre diferentes organismos é essencial para manter a saúde e a funcionalidade dos ambientes naturais.

A Disrupção nas Cadeias Alimentares ocorre quando a extinção afeta as relações predador-presa. O desaparecimento de uma espécie pode levar a um desequilíbrio nos níveis tróficos, afetando a abundância de outras espécies.

A Perda de Serviços Ecossistêmicos essenciais, como polinização de culturas, purificação de água, controle de pragas e regulação do clima, resulta da extinção de espécies que desempenham papéis-chave nesses serviços.

A Desestabilização da Alimentação Humana é um risco decorrente da extinção, especialmente quando espécies cruciais para a agricultura, pesca e polinização são perdidas. Isso impacta diretamente a segurança alimentar global.

A Perda de Recursos Medicinais é uma consequência significativa, pois muitas espécies fornecem compostos que têm aplicações medicinais. A extinção reduz a biodiversidade de potenciais fontes de tratamentos e medicamentos.

A Perda de Valor Cultural e Estético afeta as comunidades indígenas e a humanidade como um todo. A biodiversidade contribui para a riqueza cultural e estética do planeta, e a extinção pode privar as sociedades desses aspectos.

A Vulnerabilidade Humana aumenta com a extinção, pois a degradação dos ecossistemas e a perda de serviços proporcionados pelas espécies podem aumentar o risco de eventos climáticos extremos, escassez de recursos e propagação de doenças.

A extinção, portanto, não é apenas uma perda para a natureza, mas também representa uma ameaça à sustentabilidade e ao bem-estar humano. Ações efetivas de conservação, gestão sustentável e conscientização são cruciais para atenuar essas consequências e preservar a diversidade da vida na Terra.

5.5.1. Consequências da Extinção

Extinção em biologia e ecologia é o total desaparecimento de espécies, subespécies ou grupos de espécies. O momento da extinção é geralmente considerado sendo a morte do último indivíduo da espécie. Em espécies com reprodução sexuada, extinção de uma espécie é geralmente inevitável quando há apenas um indivíduo da espécie restando, ou apenas indivíduos de um mesmo sexo. A extinção não é um evento incomum no tempo geológico - espécies são criadas pela especiação e desaparecem pela extinção.

Apesar da grande diversidade biológica que existe, estima-se que cerca de 99% das espécies existentes na Terra já se tenham tornado extintas. Um dos maiores enigmas dos paleontólogos consiste em descobrir e explicar como se processaram os eventos de extinção no passado e quais foram as suas causas. As causas das extinções sempre podem ser estudadas por meio da evidência fóssil. A partir dos fósseis, obtêm-se informações sobre organismos que viveram em tempos muito distantes dos atuais, nos levando a entender um pouco mais da diversidade da vida no passado.

Apesar de ser um fato aceito atualmente, a defesa da ocorrência de eventos de extinção durante a história da vida na Terra recebeu adesão somente após a aceitação dos estudos de Georges Cuvier em que ele comparou espécies de grandes quadrúpedes, como os elefantes vivos e o mamute. Tal naturalista francês formulou as leis da anatomia comparada, possibilitando assim as reconstruções paleontológicas de organismos que somente eram encontrados na forma fóssil e sem correspondentes vivos na atualidade, ou seja, os organismos extintos. A extinção é uma questão de escala geográfica. A extinção local é a extinção de uma população em uma determinada região e não necessariamente de toda a espécie. Isso, em bio geografia, é um fator importante no delineamento da distribuição geográfica das espécies. Eventos de variância e de mudanças climáticas, por exemplo, podem levar a extinção local de populações e, assim, configurar os padrões de distribuição das espécies.

Atualmente muitos ambientalistas e governos estão preocupados com a extinção de espécies devido à intervenção humana. As causas da extinção incluem poluição, destruição do habitat, e introdução de novos predadores. Espécies ameaçadas são espécies que estão em perigo de extinção. As espécies extintas na natureza são aquelas que só existem em cativeiro. Além das considerações sobre as causas e consequências da extinção, é relevante explorar alguns aspectos adicionais relacionados a esse fenômeno preocupante:

Extinção em Massa: A história da Terra registra eventos de extinção em massa, nos quais uma proporção significativa das espécies existentes é perdida em um curto período. Exemplos notáveis incluem a extinção dos dinossauros há cerca de 66 milhões de anos e a extinção do Permiano-Triássico, onde ocorreu uma perda maciça de vida marinha e terrestre.

Ameaças Atuais e Futuras: Além das ameaças tradicionais, como destruição de habitat e mudanças climáticas, as espécies enfrentam novos desafios, como a proliferação de espécies invasoras, poluição do plástico nos oceanos, doenças emergentes e eventos climáticos extremos amplificados pelas atividades humanas.

Extinção Silenciosa: Muitas vezes, a extinção ocorre silenciosamente, com espécies desaparecendo antes mesmo de serem descobertas ou compreendidas. Isso destaca a urgência de identificar, monitorar e conservar espécies ameaçadas antes que seja tarde demais.

Impacto nas Teias Alimentares: A extinção de uma espécie pode ter impactos profundos nas teias alimentares, pois as interações complexas entre predadores e presas podem ser interrompidas. Isso pode resultar em cascata de efeitos, afetando outras espécies em toda a cadeia alimentar.

Efeito de Borboleta: O conceito de "efeito de borboleta" na ecologia destaca como mudanças aparentemente pequenas, como a extinção de uma espécie aparentemente

insignificante, podem ter consequências surpreendentemente amplas e imprevisíveis em um ecossistema.

Conservação em Cativeiro: Em alguns casos, espécies à beira da extinção são mantidas e reproduzidas em cativeiro para preservar seus genomas. Programas de

conservação em zoológicos e reservas desempenham um papel crucial na tentativa de salvar espécies ameaçadas.

Responsabilidade Humana: A extinção muitas vezes resulta de atividades humanas insustentáveis, como desmatamento, poluição, caça predatória e mudanças climáticas. Assumir a responsabilidade coletiva por práticas mais sustentáveis é fundamental para reverter a tendência de perda de biodiversidade.

Explorar esses aspectos adicionais ajuda a destacar a complexidade e a urgência da crise de extinção que o planeta enfrenta. Ações imediatas, baseadas em compreensão científica e compromisso global, são essenciais para preservar a diversidade da vida na Terra.

6.1. Conclusões

Em conclusão, a poluição representa um desafio complexo e global que afeta não apenas a qualidade do ambiente, mas também a saúde humana, a biodiversidade e a sustentabilidade do planeta. A compreensão da extensão dos impactos negativos da poluição é crucial para motivar ações decisivas em níveis individual, comunitário e governamental.

Para enfrentar efetivamente a poluição, é imperativo adotar uma abordagem integrada que englobe a inovação tecnológica, práticas agrícolas sustentáveis, preservação de ecossistemas, economia circular, educação ambiental, monitoramento contínuo e participação cidadã. A transição para fontes de energia renovável, a promoção de transporte sustentável, a gestão eficiente de resíduos e o estabelecimento de regulamentações rigorosas são passos essenciais nesse caminho.

Além disso, a conscientização pública desempenha um papel fundamental. Ao educar as pessoas sobre os impactos da poluição e promover uma mudança de mentalidade em relação ao consumo e ao descarte de resíduos, podemos construir sociedades mais conscientes e comprometidas com a preservação do meio ambiente.

Em última análise, a luta contra a poluição requer uma colaboração global e um comprometimento sustentado de todas as partes interessadas. A proteção do meio ambiente não é apenas uma responsabilidade, mas uma necessidade urgente para garantir um futuro saudável e sustentável para as gerações presentes e futuras. Ações decididas hoje moldarão a qualidade do ambiente que deixaremos para as próximas gerações, destacando a importância de todos desempenharem um papel ativo na construção de um planeta mais limpo e equilibrado.

Tal como o fumo do tabaco, a poluição atmosférica é uma causa bem estabelecida de morbidade e mortalidade. No entanto, ao contrário do tabagismo, a poluição do ar não é uma opção. Trata-se de uma exposição ubiqüitária e involuntária, que pode afetar 100% da população, desde o início ao fim da vida. Grande parte da população mundial continua a viver em áreas com má qualidade do ar. Para alguns poluentes e algumas regiões esta situação não está a melhorar e pode estar mesmo a piorar.

Reconhecida que é a necessidade de melhorar a qualidade do ar para uma melhor qualidade de vida e uma redução da morbidade e mortalidade atribuídas a fatores ambientais, torna-se indispensável aprofundar o conhecimento da relação de

causalidade entre estes fatores e os efeitos na saúde. No estudo desta relação importa ter em consideração a duração, a frequência e a intensidade da exposição, bem como as características dos indivíduos e o seu contexto social, não devendo ser esquecida a sinergia entre os diferentes poluentes no ambiente e no organismo.

A maioria das pessoas passa o seu tempo em espaços interiores, no entanto a qualidade do ar exterior pode afetar a qualidade do ar interior em larga escala. Os poluentes que diminuem frequentemente a qualidade do ar são as partículas (PM10e PM2.5), o ozono, monóxido de carbono, óxidos de azoto e de enxofre, metais e compostos orgânicos voláteis. Uma grande percentagem destes poluentes é produzida por atividades antropogénicas, destacando-se duas: o tráfego automóvel, especialmente em áreas urbanas, como fonte do dióxido de azoto, monóxido de carbono, partículas em suspensão, benzeno e outros compostos orgânicos voláteis; e as fontes industriais, no que diz respeito ao dióxido de enxofre, óxidos de azoto e partículas em suspensão. Os doentes com patologias respiratórias (asma, DPOC, alergias), doenças cardiovasculares, diabetes, grávidas, idosos e crianças são especialmente suscetíveis à má qualidade do ar interior e exterior.

Ao longo deste trabalho, foi bem documentado que os níveis elevados de vários poluentes podem afetar muitos sistemas do corpo humano negativamente, incluindo o respiratório, cardiovascular, reprodutivo/desenvolvimento e neurológico/neuropsiquiátrico. A maioria dos estudos aborda sobretudo os efeitos respiratórios e cardiovasculares. Os poluentes prioritários PM10/PM2.5, O3, NO2, SO2 e CO são a causa de vários sintomas respiratórios e do agravamento de várias doenças respiratórias pré-existentes. Em termos cardiovasculares, as PM10 ou PM2.5, O3 e NO2 têm sido associados a taxas de morbilidade e mortalidade cardíacas elevadas. Em termos reprodutivos e de desenvolvimento as PM e o SO2 estão significativamente associadas a um baixo peso à nascença. Apesar das consequências enumeradas para os diferentes poluentes, muitas vezes é difícil atribuir efeitos específicos aos poluentes individualmente.

Em Portugal, a qualidade de ar tem sido objeto de estudo da Agência Portuguesa do Ambiente que recentemente fez uma revisão de toda a legislação comunitária com o objetivo de incorporar os últimos progressos científicos e técnicos neste domínio bem como a experiência adquirida nos Estados-Membros da União Europeia. Nos últimos anos as redes de monitorização da qualidade do ar têm vindo a aumentar beneficiando a cobertura espacial do País. No último relatório feito por esta agência a classe de índice de qualidade de ar que ocorreu mais frequentemente foi a de “Bom” e as PM10 dominaram como o pior poluente, logo seguidas do O3.

A poluição do ar causa um largo aumento das despesas médicas, sendo estimada como a causa de 800.000 mortes prematuras anuais em todo o mundo.

Vários estudos são ainda necessários nesta área. Além dos efeitos respiratórios e cardiovasculares da poluição, poucos estudos foram feitos sobre os efeitos nos restantes sistemas. Os efeitos dos metais e dos compostos orgânicos voláteis também não foram ainda bem estabelecidos. Torna-se, igualmente importante, explorar num futuro próximo, os efeitos sinérgicos dos poluentes. Outra área também frutífera será estudar a influência dos fatores genéticos e nutricionais no impacto que a poluição tem na saúde. A vertente socioeconómica da poluição não deve ser esquecida e por isso é

importante estimar os custos e benefícios das medidas de regulamentação da poluição do ar. É necessário ainda estudar mais medidas de controlo da poluição, assim como, tratamentos farmacológicos ou nutricionais que possam combater os seus efeitos adversos.

Tal como a medicina deve ser baseada em evidência, a ação da saúde pública deve ser fundamentada na ciência. Apesar de muitas perguntas sem respostas, a evidência é suficiente para defender melhorias contínuas da qualidade do ar em todo o Mundo.

6.2. Webgrafia

<https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/40903>

<https://www.google.pt/search?q=aquecimento+global&tbm=isch&ved=2ahUKEwits9mNsdiEAxVDUaQEhdQtBlwQ2->

[cCegQIABAA&oq=aquecimento+global&gs_l=EgNpbWciEmFxdWVjaW1lbnRvIGdsb2JhbDIEECMYJzIKEAAYgAQYigUYQzIKEAAYgAQYigUYQzIKEAAYgAQYigUYQzIKEAAYgAQYigUYQzIFEAAyGAQyBRAAGIAEMgUQABiABDIFEAAyGAQyBRAAGIAESoozUIUJWNwvcAF4AJABAjgB3QGgAeoRqgEGNC4xNC4xuAEDyAEA-](https://www.google.pt/search?q=aquecimento+global&gs_l=EgNpbWciEmFxdWVjaW1lbnRvIGdsb2JhbDIEECMYJzIKEAAYgAQYigUYQzIKEAAYgAQYigUYQzIKEAAYgAQYigUYQzIKEAAYgAQYigUYQzIFEAAyGAQyBRAAGIAEMgUQABiABDIFEAAyGAQyBRAAGIAESoozUIUJWNwvcAF4AJABAjgB3QGgAeoRqgEGNC4xNC4xuAEDyAEA-)

[AEBigILZ3dzLXdpei1pbWeoAgrCagYQABgIGB7CAgcQlxjqAhgnwgIIEAAyGAQYsQOIBgE&sclient=img&ei=5ZPkZe2sFcOikdUP1NuY4AU&hl=pt-PT#imgrc=1yWCSH9xnGO3fM](https://www.google.pt/search?q=aquecimento+global&gs_l=EgNpbWciEmFxdWVjaW1lbnRvIGdsb2JhbDIEECMYJzIKEAAYgAQYigUYQzIKEAAYgAQYigUYQzIKEAAYgAQYigUYQzIFEAAyGAQyBRAAGIAEMgUQABiABDIFEAAyGAQyBRAAGIAESoozUIUJWNwvcAF4AJABAjgB3QGgAeoRqgEGNC4xNC4xuAEDyAEA-)

https://www.google.pt/search?q=biodiversidade&tbm=isch&ved=2ahUKEwjD_cfCqtiEAXqVaQEHYTABA0Q2-

[cCegQIABAA&oq=biodiver&gs_l=EgNpbWciCGJpb2RpdmVyKgIADIFEAAyGAQyBRAAGIAEMgUQABiABDIFEAAyGAQyBRAAGIAEMgUQABiABDIFEAAyGAQyBRAAGIAEMgUQABiABDIFEAAyGARI0ipQ3QZY1B1wAngAkAEAmAHAAaABrwuqAQQwLjEwuwAEByAEA-](https://www.google.pt/search?q=biodiversidade&tbm=isch&ved=2ahUKEwjD_cfCqtiEAXqVaQEHYTABA0Q2-)

[AEBigILZ3dzLXdpei1pbWeoAgrCagYQABgIGB7CAgcQlxjqAhgnwgIEECMYJ8ICCBAAAGIAEGLEDwgIKEAAYgAQYigUYQ4gGAQ&sclient=img&ei=YzkZYOLCuqrkdUPhIGX6Ao&hl=pt-PT#imgrc=l-0gxWMDknbzXM](https://www.google.pt/search?q=biodiversidade&tbm=isch&ved=2ahUKEwjD_cfCqtiEAXqVaQEHYTABA0Q2-)

<https://www.google.pt/search?q=principais+poluentes+e+fontes+tabela&tbm=isch&ved=2ahUKEwi49L7bqdiEAX1XqQEHU-HAzIQ2->

[cCegQIABAA&oq=principais+poluentes+e+fontes+tabela&gs_l=EgNpbWciJHByaW5jaXBhaXMGcG9sdWVudGVzIGUgZm9udGVzIHRhYmVsYUj7XIDzBlimXHADeACQAQCYAZsCoAGpKKoBBjAuMzUuNLgBA8gBAPgBAYoCC2d3cy13aXotaW1nqAlKwgIEECMYJ8ICBxAjGOoCGCfCAgoQABiABBiKBRhDwglIEAAyGAQYsQPCAgUQABiABMICBBAAGB7CAgYQABgFGB7CAgYQABgIGB6IBgE&sclient=img&ei=JYzkZfhN9b2R1Q_Pjo6QAw&hl=pt-PT#imgrc=3SszffXdTFBW2M&imgdii=cHMYG8xxgF0IRM](https://www.google.pt/search?q=principais+poluentes+e+fontes+tabela&tbm=isch&ved=2ahUKEwi49L7bqdiEAX1XqQEHU-HAzIQ2-)

https://www.google.pt/search?q=polui%C3%A7%C3%A3o+efeitos+na+saude&tbm=isch&ved=2ahUKEwjP_9HVqdiEAXWUaQEhdZbCOAQ2-

[cCegQIABAA&oq=polui%C3%A7%C3%A3o+efeitos+na+saude&gs_l=EgNpbWciG3BvbHVpw6fDo28gZWZlaXRvcyBuYSBzYXVkdUjYsVAAWKpHcAR4AJABAjgBjgKgAbYbqgEGMi4yMy4yuAEDyAEA-](https://www.google.pt/search?q=polui%C3%A7%C3%A3o+efeitos+na+saude&tbm=isch&ved=2ahUKEwjP_9HVqdiEAXWUaQEhdZbCOAQ2-)

[AEBigILZ3dzLXdpei1pbWeoAgrCagYQABgIGB7CAgcQlxjqAhgnwgIEECMYJ8ICBRAAGIAEwgIIEAAyGAQYsQPCAgUQABiABBiKBRhDwglIEAAyCBgeiAYB&sclient=img&ei=GlzkZc-TLYijkdUP1rehgA4&hl=pt-PT#imgrc=GzyeZrgxpIKY6M&imgdii=sWPMVSYlqtDwwM](https://www.google.pt/search?q=polui%C3%A7%C3%A3o+efeitos+na+saude&tbm=isch&ved=2ahUKEwjP_9HVqdiEAXWUaQEhdZbCOAQ2-)

https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/31872/1/Ambiente%20Polui%C3%A7%C3%A3o%20e%20Sa%C3%Bade%20Respirat%C3%B3ria_FMUC_2014_Catarina%20Rato.pdf