

2

DOI: 10.5281/zenodo.12519074

Como citar este artigo

(ABNT NBR 6023/2018):

SOUZA, Vânia Elizabeth de Oliveira.
Dano ambiental causado por materiais
particulados pelo uso de combustíveis
fósseis **Revista Insigne de
Humanidades**, Natal, v. 1, n. 1, p. 18-
38, jan./abr. 2024.

Recebido em: 05/01/2024

Aprovado em: 18/01/2024

Dano ambiental causado por materiais particulados pelo uso de combustíveis fósseis

Environmental Damage Caused by Particulate Matter from the Use of Fossil Fuels

Vânia Elizabeth de Oliveira Souza¹

Faculdade de Direito de Lisboa (FDUL).

 Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9141489111281406>.

 E-mail: vania.eliza63@gmail.com.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO. 2 MATERIAIS PARTICULADOS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS E AS EMISSÕES NO AR ATMOSFÉRICO. 3 REGIME JURÍDICO DA PROTEÇÃO CLIMÁTICA NA QUALIDADE DO AR. 4 DANOS AMBIENTAIS RESULTANTES ENQUADRAMENTO E REPARAÇÃO. 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS. REFERÊNCIAS.

¹ Mestranda em Direito Internacional Público (Faculdade de Direito de Lisboa – FDUL- Lisboa - Portugal). Bacharel em Direito (Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais- PUC - Brasil). Pós-graduada em Engenharia Automotiva (Universidade Federal de Santa Catarina – Brasil). Licenciatura Plena em Matemática (Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais- PUC - Brasil). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9141489111281406>. E-mail: vania.eliza63@gmail.com.

RESUMO:

O presente estudo aborda o impacto ambiental causado pela emissão de materiais particulados (MPs) devido à queima de combustíveis fósseis, especialmente nos veículos automotivos. Tais emissões representam uma significativa ameaça ao meio ambiente e à saúde humana, refletindo ações antropogênicas que contribuem para as mudanças climáticas e a degradação da qualidade do ar. O estudo investiga a regulamentação jurídica sobre os danos ambientais causados por MPs, abrangendo legislações internacionais, regionais e nacionais, com foco na União Europeia e Portugal. A pesquisa destaca as principais fontes de MPs, os efeitos deletérios na saúde humana e as dificuldades na implementação de políticas públicas eficazes. Além disso, são analisadas as normas jurídicas existentes e a necessidade de uma abordagem mais rigorosa para mitigar os danos ambientais. A metodologia empregada inclui a análise de documentos legislativos, relatórios de instituições ambientais e revisão bibliográfica. Conclui-se que é imperativo fortalecer a regulamentação e implementar políticas mais incisivas para controlar as emissões de MPs, protegendo o meio ambiente e a saúde pública.

Palavras-chave:

Eficiência energética. Transição energética. Descarbonização. Políticas públicas. Brasil.

ABSTRACT:

This study addresses the environmental impact caused by the emission of particulate matter (PM) due to the burning of fossil fuels, especially in automotive vehicles. Such emissions represent a significant threat to the environment and human health, reflecting anthropogenic actions that contribute to climate change and the degradation of air quality. The study investigates the legal regulation of environmental damage caused by PM, covering international, regional, and national legislation, focusing on the European Union and Portugal. The research highlights the main sources of PM, the deleterious effects on human health, and the challenges in implementing effective public policies. Additionally, existing legal norms are analyzed, and the need for a more rigorous approach to mitigate environmental damage is emphasized. The methodology employed includes the analysis of legislative documents, reports from environmental institutions, and a literature review. It concludes that it is imperative to strengthen regulation and implement more incisive policies to control PM emissions, protecting the environment and public health.

Keywords:

Energy efficiency. Energy transition. Decarbonization. Public policies. Brazil.

1 INTRODUÇÃO

O dano ambiental causado no ar atmosférico por emissões de materiais particulados (MPs), devido à queima do uso de combustíveis fósseis nos veículos automotivos, representa os impactos de ações antropogênicas nas alterações climáticas que refletem na degradação do ar e, consequentemente, no meio ambiente e na saúde. Oportuno se torna a dizer que, o direito ao meio ambiente é coletivo e pertence a todos e a cada um. Em linhas gerais o arcabouço jurídico quanto à efetividade da coerção dada aos danos ambientais ocasionados por MP, emitidos pela queima de combustíveis fósseis, percorre instrumentos internacionais, regionais e nacionais, abordam discussões das legislações sobre o dano ambiental causado pela queima de combustíveis fósseis e a emissão resultante desses gases, de forma a instrumentalizar a força coercitiva do direito positivo, enquanto tutela no meio ambiente, por meio de mecanismos para conter uma imensurável depredação contra o meio ambiente e a própria vida.

Neste íterim, o uso de combustíveis fósseis nos veículos automotores, que é a fonte principal do tema abordado, e o impacto da queima desses gases emitidos no ar atmosférico, que representa em torno de 22% do total dos demais gases que degradam a atmosfera.

Outrossim, a proteção climática e a qualidade do ar, no contexto geográfico da União Europeia e em Portugal, o enquadramento os regimes jurídicos sobre os danos ao ar atmosférico resultantes das emissões dos MPs dissipados, os danos à qualidade do ar, o enquadramento e os danos à saúde. Atividades industriais sem regulamentações adequadas, levam à emissão excessiva de gases de efeito estufa, e resulta em uma degradação ambiental alarmante.

Espera-se que através desta pesquisa possa contribuir para um maior esclarecimento e conscientização sobre como as emissões químicas dissipadas no ar pelo uso de combustíveis fósseis causam danos no ambiente e na saúde do ser humano.

2 MATERIAIS PARTICULADOS, COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS E AS EMISSÕES NO AR ATMOSFÉRICO

Em verdade, importante se faz evidenciar que, o aumento da concentração dos poluentes na atmosfera, é devido a diversos tipos de emissões. Isso tem sido objeto de preocupação por parte das instituições ambientais em nível mundial, tanto nas concentrações já existentes, quanto no controle da causa e do dano ambiental.

As maiores fontes de poluentes presentes na atmosfera são advindas dos gases provenientes da combustão devido à queima de combustíveis fósseis, os MPs. Eles reduzem a visibilidade, alteram os níveis de radiação solar, a temperatura do solo, colocando em risco a saúde do ser humano e do ambiente.

Os MPs têm origem nos mais diferentes lugares e processos. De forma geral, trataremos sobre a conceituação dos MPs como partículas líquidas e sólidas, suspensas na atmosfera — podem ser compostos químicos orgânicos, ácidos, como sulfatos e nitratos, metais e poeira. Possuem dimensões variadas e até cinco vezes mais finas que um fio de cabelo, podendo ser menores que gotículas de substâncias líquidas, ou maiores, perceptíveis no ar.

Ademais, conforme a Agência de Proteção Ambiental (*Environmental Protection Agency* – Epa, 2010), dos Estados Unidos da América (EUA), os MPs, além de serem uma mistura de partículas de diversos materiais, sólidos e líquidos, também podem ser divididos em duas categorias: as partículas inaláveis grossas (MP₁₀) — encontradas em regiões próximas a indústrias; e, as partículas finas ou respiráveis (MP_{2,5}) — encontradas no nevoeiro e na fumaça.

Consoante suas características, as partículas inaláveis grossas possuem o diâmetro aerodinâmico maior que (<2,5 µm) e menor que (10 µm). Enquanto as partículas finas possuem diâmetro aerodinâmico igual ou menor a (=>2,5 µm.) (Epa, 2010). Os MPs podem ser classificados devido à sua gramatura:

- grossos: diâmetro entre 2,5 e 10 µm;
- finos: de 0,1 a 2,5 µm;
- ultrafinos: de 0,01 a 0,1 µm;
- nanopartículas: inferior a 0,01 µm.

As diversas variáveis de partículas disseminadas no ar podem ser constituídas de vários tamanhos, conforme a atividade poluidora que as geraram (Cepa, 2009).

Tanto as fontes antropogênicas primárias quanto as secundárias têm impactos relevantes na saúde humana e no meio ambiente, podendo acarretar danos irreversíveis, caso as mudanças de paradigmas e as devidas diretivas climáticas não sejam aplicadas em sua essência.

Segundo o balanço energético (Be, 2001), houve aumento no transporte rodoviário, no setor de serviços, na indústria, na agricultura e pescas, de 8%, 4%, 3% e 2%, respectivamente (Dgeg-Ben, 2021).

Como descreve Belo (2011), os MPs são classificados como primários e secundários. Os primários são emitidos diretamente à atmosfera por meio de fontes naturais e antropogênicas, como: vulcões, queima de vegetação, aerossol marinho e fontes biológicas (pólen, bactérias, pedaços de plantas); e, como fonte antropogênica (frota veicular, combustão em fontes estacionárias e o setor industrial, que elimina na atmosfera os gases provenientes de sua atividade). Processos secundários são processos químicos que envolvem gases líquidos ou sólidos, aerossóis e água cujas partículas são produzidas pela oxidação de enxofre, nitrogênio (N₂) e hidrocarbonetos

(HC) (metano não volátil) contendo sulfatos, nitratos e composição de hidrocarbonetos de oxigênio.

Sobre esta questão (Apa, 2021), ressalta que o aumento de dióxido de carbono (CO_2) não está somente associado a emissões de MPs pelo uso dos combustíveis fósseis, mas de outras fontes de emissão. Destarte que, a poluição atmosférica pode abranger outras áreas, gases emitidos pelas empresas em seus processos de fabricação e nas queimadas, todos transportados pelas correntes de ar.

As partículas derivadas das emissões penetram no ser humano por meio do aparelho respiratório. As partículas maiores são filtradas em nível do nariz e das vias respiratórias superiores. As partículas menores (diâmetro inferior a 10 micrômetros (PM_{10})) são mais nocivas, devendo assegurar o valor limite diário de PM_{10} ($50\text{mg}/\text{m}^3$, não exceder mais de 35 dias ao ano). Um dos tipos mais comuns de MP é o carbono negro também chamado de fuligem. Suas origens são a queima incompleta de diesel e os incêndios. Este tipo de poluente é um dos principais intensificadores do aquecimento global junto ao CO_2 .

Outros problemas gerados por esse tipo de emissão ao meio ambiente, o aumento na densidade das nuvens, dificultando a entrada da luz solar na atmosfera, criando um processo conhecido como forçamento radiativo. Isso causaria impactos ambientais como a diminuição da frequência de precipitações e a chuva ácida.

Constatou-se, (Pope, p.1-9, 2020), em pesquisas realizadas em 51 áreas metropolitanas, nos EUA, o quanto são palpáveis os impactos dos MPs, e que a redução de $10\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ de partículas finas ($\text{PM}_{2.5}$) associou-se a um aumento de 0,61 ano na expectativa de vida, tornando imprescindíveis sua redução na atmosfera.

As diretivas adotadas pelos países em desenvolvimento ainda exigem investimento, pesquisa e implementação de novas tecnologias já adotadas pelos países da União Europeia (UE) e pelos Estados Unidos. Na UE há um avanço nas regulamentações já em uso, de forma a amenizar os impactos ambientais. O número de partículas emitidas foi regulamentado nas diretivas da UE e deve ser cumprido dentro do limite estabelecido. Nos países desenvolvidos, as concentrações de metais na atmosfera de muitas cidades têm declinado em resposta aos procedimentos de controle da poluição (Harrison, 85-101, 2000).

A queima de combustíveis fósseis e o desmatamento de florestas, revelam que as dioxinas presentes, após a queima, são responsáveis por provocar fortes dores de cabeça, distúrbios hormonais e câncer no aparelho respiratório, servindo como facilitador às alergias nas vias aéreas.

De acordo com Ribeiro (2000), a queima de HC inclui o combustível na fase gasosa ou na forma de gotículas de degradação térmica do combustível primário, que são lançados na atmosfera sem que eles sofram oxidação. O setor de transporte tem uma participação considerável nas questões climáticas, por contribuir em 22% para

a emissão global de gases de efeito estufa, empregando praticamente 100% de combustíveis fósseis.

Neste compasso, Drum (2004, p. 66-78) associa-se a isso, as grandes empresas (inclusive as petrolíferas), como também a agroindústria da cana-de-açúcar, que liberam, na atmosfera, gases provenientes da queima da palha. Além das queimadas oriundas de ações humanas.

O ar atmosférico, bem de natureza difusa por excelência, disponível na natureza de forma livre, sem que seja preciso qualquer esforço ou ônus para o seu uso. É um elemento natural e essencial, de suporte à vida, composto por vários gases. O ar seco e limpo em nível do mar pode revelar uma composição de 21% de oxigênio (O_2), 78% de N_2 , 1% de argônio (Ar) e 0,03% de CO_2 . Também estão presentes traços de hidrogênio (H), hélio (He) e O_3 , além de vapor d'água e matéria sólida suspensa, microscópica e submicroscópica

Dentre os elementos como bem jurídico ambiental, o ar é o pilar fundamental da existência do planeta de utilidade ecológica em relação à qualidade de vida terrestre. Sua degradação se deve às insurgentes ações antropogênicas e comprometedoras, levando a uma delimitação imensurável do dano ambiental, com reflexos na saúde humana, devido à emissão de poluentes.

Para Silva (2004, p. 2), o meio ambiente é “a interação do conjunto de elementos naturais, artificiais e culturais que propiciam o desenvolvimento equilibrado da vida em todas as suas formas”. O ar atmosférico é uma mistura gasosa dispersa, por meio do vento, das brisas, das aragens e demais fatores. Com efeito (Carvalho, 2008), explana que, sua pureza depende de condições favoráveis, e ausência de poluição atmosférica que causem prejuízos à saúde das pessoas, à biota e ao meio ambiente.

Segundo Oliveira (2022), o ar atmosférico não é propriedade individual, mas coletiva. Por isso, não é possível delimitar suas fronteiras, o que tem causado danos ambientais de natureza global, como as chuvas ácidas, que ocorrem quando há uma mistura de gases com vapor d'água. Além disso, o ar atmosférico, no espaço mediático, tem impacto na saúde humana.

3 REGIME JURÍDICO DA PROTEÇÃO CLIMÁTICA NA QUALIDADE DO AR

O estudo cuidará dos instrumentos relacionados à qualidade do ar, que tem como foco específico os mps oriundos da queima de combustíveis fósseis. não versará sobre a consideração de regimes gerais do direito do ambiente e/ou do gás de efeito estufa (gee), por se tratar de discussões complexas que demandam novas pesquisas. Em geral, a qualidade do ar é um indicador do grau de poluição presente, somado a um conjunto de fatores, dentre eles, poluentes nocivos. eles impactam na degradação dos ecossistemas, e na saúde, devido ao volume de emissões e condições meteorológicas. O ar e a poluição são notoriamente transfronteiriços. no contexto do quadro regulatório

da qualidade do ar, numa concepção tríplex de fontes do direito internacional, do direito da U.E e do direito nacional, há diretivas que visam reduzir e evitar a emissão de MP emitidos pelo uso de combustíveis fósseis.

A respeito do tripé normativo, em 1983, entra em vigor a Convenção sobre Poluição Atmosférica Transfronteiriça a Longa Distância (Clrtap, 2021), assinada em 1979, sendo a primeira convenção ambiental para a redução das emissões no continente europeu, prosseguindo com o instrumento mais importante, o Protocolo de Gotemburgo (Apa, 2021), desde 2023, e, em Portugal, a partir de 2005.

A Diretiva (EU 2008/50/CE, 2008) fixa os objetivos relativos à qualidade do ar ambiente e à saúde. Com o fito de proteger a qualidade do ar para melhorias do meio ambiente e da saúde, sugerindo monitoramento das emissões, atendendo os limites propostos, além de medições fixas, controladas em grandes aglomerações, seguidos de planos de ação

Entrou em vigor em 2019 emendas de redução de emissões atmosféricas, especificamente dos MPs, para o ano de 2020 e seguintes, alterando o Protocolo de Gotemburgo. Em 14 de dezembro de 2016, uma nova (Diretiva 2016/2284), é implantada pelo parlamento europeu e pelo conselho, sendo aprovada, em Portugal, em 2018.

Em relação aos poluentes relativos aos MPs dissipados no ar, altamente nocivos, veem-se nos blocos de obrigações que emergem da Diretiva 2008/50/CE, que se deve delimitar os efeitos nas zonas e aglomerações relevantes (Coimbra, 2022, p. 447-480).

Em análise ao exposto, as diretivas sobre avaliação e gestão da qualidade do ar vêm sendo garantidas.

Em primeira linha, por via de procedimentos de infração, muitos dos quais depois convertidos em ações de incumprimento propostas pela Comissão Europeia contra diversíssimos Estados-Membros, ex vi artigo 258º do TFUE [Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia], por conta do incumprimento de obrigações decorrentes das normas europeias — *maxime*, a obrigação de respeitar os valores-limite de emissões de poluentes nelas inscritos e a obrigação daí decorrente de elaborar adequados planos de qualidade do ar (Coimbra, p.467-480, 2022).

Portugal, sucedeu por duas vezes os valores-limites determinados na Diretiva 2008/50/CE:

(1º) ultrapassagem dos valores-limite diários de PM₁₀ nas zonas e aglomerações de Braga, do Porto Litoral, da área metropolitana de Lisboa Norte e da área metropolitana de Lisboa Sul, nos anos de 2005 a 2007 e, (2ª) recentemente, e ainda pendente, discute-se o incumprimento do valor-limite anual de dióxido de enxofre (SO₂), desde 2010, nas zonas do Porto Litoral, Entre Douro, Minho e Lisboa Norte.

Segundo o Tribunal de Justiça da União Europeia (TJUE), com base em jurisprudência recente, é necessária maior intensidade nas sindicâncias sobre o caráter persistente das violações e, sobretudo, sobre a falta de efetividade nas medidas adotadas pelos Estados-Membros, designadamente as inscritas em planos de qualidade do ar, tendentes ao restabelecimento das situações de incumprimento. Conforme salienta Krämer (2018, p. 111-121), “nessa linha, concluiu-se já que a ultrapassagem de valores-limite diários e anuais em diversas zonas e aglomerações, durante vários anos consecutivos, corresponde a uma violação “sistemática e persistente” das obrigações emergentes da Diretiva Ar Limpo, caso em que não se revela sequer “necessário apreciar detalhadamente o conteúdo dos planos elaborados”

Em face aos objetivos de descarbonização delineados para a década de 2020 a 2030, pactuados pela UE e seus Estados-Membros, em 2019, as diretivas são muito exigentes na busca de uma abordagem transectorial para que empresas e Estados sejam capazes de soluções inovadoras a fim abrandar os atuais ritmos de produção e emissão de CO₂ na atmosfera, visando sustentabilidade na agenda de 2030, da Organização das Nações Unidas (ONU) e do Pacto Ecológico Europeu.

A neutralidade mundial até 2050, (Acordo de Paris, 2015), em que a temperatura média do planeta não ultrapassasse 2°C. Com possibilidade de limitar o aquecimento global a 1,5°C, caso as ações de descarbonização sejam aceleradas.

alcançar a neutralidade climática até 2050 será mais difícil para uns Estados-Membros e regiões do que para outros. Tratam-se de diretivas que requerem uma revisão de regras das licenças de emissão em vários setores e delimitações permissíveis em curso, inclusive nos transportes rodoviários e na aviação, devido ao uso de combustíveis fósseis.

Assim sendo, as mudanças transversais do atual modelo requerem que as atividades econômicas sejam consideradas do ponto de vista sustentável. Por isso, é necessário: contribuir substancialmente para um ou mais dos objetivos ambientais da UE; mitigar e adaptar-se às alterações climáticas; utilizar a sustentabilidade e a proteção dos recursos hídricos e marinhos; - mudar para uma economia circular; prevenir e controlar a poluição; proteger a biodiversidade e os ecossistemas; não prejudicar significativamente nenhum dos objetivos restantes; ser exercida em conformidade com as salvaguardas mínimas previstas.

A EU, centraliza seus objetivos na neutralidade carbônica com diretivas, direcionadas aos poluentes atmosféricos com dano ao ambiente e à saúde, positivando a eficácia da norma, estabelecendo valores-limites de emissões e responsabilidades específicas aos Estados-Membros.

Para tanto, até o final de 2022, era esperado que mais de 50 leis europeias passassem por esta reforma com o intuito de mudança de paradigma em vários temas pilares, como o financiamento, o mercado de carbono e padrões de emissão de carbono,

economia circular, biodiversidade, alinhando os estados-membros em torno do mesmo objetivo.

Os fundamentos elencados na U.E. (Diretiva 2002/50/EC) sobre a qualidade do ar atmosférica define como objetivos: Evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos na saúde humana e no ambiente como um todo. Para o efeito, estabelece medidas para a avaliação da qualidade do ar ambiente nos Estados-Membros, bem como para a obtenção de informações sobre a qualidade do ar ambiente, a fim de contribuir para o combate à poluição e poluição atmosférica. A diretiva visa aumentar a cooperação entre os Estados-Membros na redução da poluição atmosférica (Bruxelas, 2022).

Em 30 de junho de 2021, foi aprovada a lei europeia do clima pelo conselho da U.E. (Regulamento (UE) 2021/1119), com a presidência portuguesa do conselho da UE, permitindo que a legislação entrasse em vigor com o objetivo de neutralidade carbônica da Europa, (BCSD, 2021). Apesar de a UE ter criado as leis, sendo líder na contextualização de resoluções e sua aplicabilidade das normas regulamentadoras, ainda assim, sua eficácia apresenta algumas deficiências, sendo necessário maior rigor nas legislações específicas e nas efetivações em relação à qualidade do ar, pelo fato de não conseguir obter maior controle sobre a sua mobilidade, por ser um elemento transfronteiriço, devido às correntes de ar e ventos que se deslocam entre países poluidores.

Portugal foi o primeiro país a estabelecer o compromisso de neutralidade carbônica, tornando-se precursor na liderança do combate às alterações climáticas, por meio da Lei de Bases do Clima (LBC, 2021), aprovada 31 de dezembro em de 2021.

Como objetivos, a LBC pretende: consolidar os diferentes cenários de desenvolvimento e níveis de governança, numa perspectiva climática, de políticas públicas, legitimando princípios e obrigações; reforçar o direito e os deveres à participação dos cidadãos, em relação ao direito do clima; criar conselhos, planos de ação, tanto regionais como municipais, estabelecendo metas e periodicidade, bem como orçamentos de carbonos, em matéria de clima; estabelecer planejamientos baseados em cronogramas pré-estabelecidos, envolvendo setores industriais e desenvolvimentos setoriais, com suporte na transição climática; pontuar normas aos instrumentos econômicos, com base na tributação verde e financiamento sustentável e na transição para uma economia neutra em carbono; definir princípios nas áreas de energia, transportes, materiais e consumo, cadeia agroalimentar e sequestro de carbono.

Com base nestas medidas inovadoras, a LBC quer fixar a neutralidade carbônica de Portugal até 2050. Para isso, decidiu antecipar o cumprimento de suas metas para 2045 e, de forma desafiante, em 55% até 2030, construindo estrategicamente elementos de enquadramento estruturados semelhantes às já previstas em outros países da UE, por meio da implementação de instrumentos de política climática.:

As normas regulamentadas nos artigos 44º e 48º se enquadram nas diretivas de descarbonizações climáticas, previstas e homologadas no ordenamento jurídico (LEI N. 98, 2021, p. 13-14).

No que se refere ao setor de transportes, fica estabelecido o ano de 2035 para o fim de veículos movidos a combustíveis fósseis, incentivando a substituição por alternativas como elétricos, ou gases renováveis.

A redução da poluição atmosférica derivada da queima de combustíveis fósseis, seja de indústrias e/ou de veículos automotores e suas principais fontes, é uma meta possível de ser alcançada. Ações públicas devem ser colocadas em prática, pois estas emissões impactam diretamente na redução da mobilidade e no aumento da mortalidade.

Elas decorrem de exigências nos planos internacional, da UE e da Constituição da República Portuguesa, em especial, do artigo 66º, número 2, alínea a: “prevenir e controlar a poluição e os seus efeitos e as formas prejudiciais de erosão” (CRP, 2005, p. 23).

Este dever liga-se à prossecução do princípio da prevenção, como uma obrigação imediata de o Estado atuar de forma a não potenciar os perigos (dever negativo) e de evitar a sua emergência (dever positivo). Além de uma obrigação imediata, relativa à sua capacidade de condicionar a atuação dos cidadãos. Este tipo de situação exige uma resposta por parte da ordem jurídica que permita, desde logo, por parte do Estado, suprimir, controlar ou mitigar os danos quando os instrumentos regulatórios disponíveis não o permitam.

Os EUA, que tiveram a aprovação do *National Environmental Policy Act* (Nepa, 1969), com suporte da primeira atuação dos poderes públicos em sede ambiental, mas que não aproveitaram nenhum dos 26 aditamentos para incorporar a proteção do ambiente na idosa Constituição de 1787 (RAP no. 137, 1995, p. 511-547). Assim como a Alemanha, que desde o início da década de 1970, vem desenvolvendo uma consistente política ambiental, acolhida na lei fundamental na revisão constitucional de 1994, da qual nasceu o artigo 20º, alínea a (Schulze-Fielitz, p.69-85, 2001). Embora menos representativo, o Brasil aprovou, em 31 de agosto de 1981, a Lei nº 6.938, pioneira na abordagem (Lei 6.938, 1981).

Deste modo, Milaré (2007) informa que a poluição atmosférica nada mais é do que um fenômeno que está predominando não só no cenário urbano que decorre das refinarias e na indústria petroquímica, cujos potenciais poluidores são elevadíssimos. Como também no setor agrícola, onde as queimadas exalam gases tóxicos.

O regime preventivo é um instrumento de dever que precisa ser aplicado com eficiência, amenizando os danos ambientais. Contudo, está carente de implementação e revisão de mecanismos mais incisivos e sanções na redução dos impactos causados na atmosfera, por meio de normas e legislações específicas, que atuem com eficácia.

Verifica-se como fundamental importância rever as limitações de gases sobre o olhar de uma política e diretivas jurídicas, que adotem medidas diretas e indiretas, com eficácia de controle da poluição atmosférica, seja urbana, nas áreas industriais e agrícolas, por meio de instrumentos que visem, com coerência, a adoção de medidas que também abarque os setores agroambientais e de reflorestamento (Regulamento Delegado (UE) 2021/2139, 2021, p. 3).

3 DANOS AMBIENTAIS RESULTANTES, ENQUADRAMENTO E REPARAÇÃO

Mister se faz ressaltar que, os danos ambientais decorrentes de emissões dissipadas no ar atmosférico, compreende-se que não se trata apenas de um foco antropocêntrico, mas de forma transversal, como garantia à vida e à dignidade da pessoa humana, a fim de preservar as gerações futuras.

Neste sentido, os danos provenientes da poluição atmosférica não se restringem às áreas onde ocorreu a emissão, pois devido à dispersão das correntes de ar, eles ultrapassam fronteiras. A saber, Eyre (1997, p. 5-24) destaca que, as fontes veiculares de poluição atmosférica possuem uma participação ativa no aumento da poluição do ar, principalmente em grandes centros urbanos. O bem jurídico ambiental faz alusão a concepção globalista, também denominada de totalizadora ou amplíssima, onde o meio ambiente é visto, simultaneamente, como um meio e um sistema de relações, englobando tudo aquilo que, direta ou indiretamente, mostra-se hábil a influenciar o próprio desenvolvimento humano ou a interferir nos parâmetros da qualidade de vida.

Conforme Oliveira (2022, p. 168), “o conceito de dano é objeto de discussão no âmbito do direito civil, de cujo estudo se podem retirar relevantes elementos que são sobretudo pressupostos do enquadramento dogmático do conceito de dano”. Além da delimitação de pressupostos da afetação do componente ambiental, há a afetação de normativas protegidas no âmbito jurídico. A imputação de dano ambiental deveria estar enquadrada no direito do ambiente e não numa perspectiva de normas de responsabilidade civil.

O dano ambiental, por se tratar de um objeto que necessita de uma discussão complexa, mesmo amparado no direito civil, ao serem lesados seus componentes, implica problemas jurídicos relevantes. Contudo, segundo (Mendes, 2000, p. 99), o meio ambiente, enquanto bem juridicamente protegido, não pode ser confundido “com pedaços desgarrados da natureza”. Ele deve ser entendido como uma entidade abstrata e axiológica, não como o objeto da ação, pois o último é aquele substrato empírico que sofre a ação do sujeito ativo.

A saber, a qualidade do ar no direito do ambiente é a pedra fundamental sob os propósitos da regulação jurídica que faz uma junção de proteção ecológica e proteção à saúde (Coimbra, 2022, p. 449).

A partir de meados do século XX, iniciaram os atos normativos sobre a afetação que as emissões oriundas de substâncias nocivas causam à saúde e ao meio ambiente. Neste ínterim, o primeiro ato vinculativo em matéria do direito internacional é a CLRTAP. Na Declaração da Conferência da ONU sobre o ambiente humano, em 1972, este ato não era objeto de convenções, com isso não impunha a redução de emissões aos Estados e a responsabilidade de não cumprimento.

As declarações referentes às conferências da ONU sobre o meio ambiente e o desenvolvimento, de 1972, 1992 e 2012, não acrescentaram nenhum elemento relevante de referência transversal em relação à poluição do ar. Desta forma, dimensionar os efeitos transfronteiriços ficou sem disposições específicas, contudo, a CLRTAP trata especificamente sobre o curso d'água, mesmo que ainda exista uma lacuna sobre os efeitos transfronteiriços da poluição atmosférica.

Na abordagem sobre as alterações climáticas, na Convenção das Nações Unidas, em 1992, houve uma aceitação praticamente unânime e ratificada por 197 Estados. O objetivo dos Estados era limitar as emissões de gases, com fixação de princípios e mecanismos de implementação de forma regulatória, isento de regras de responsabilidade por eventuais danos resultantes de alterações climáticas, de modo a buscar a estabilização das concentrações de gases na atmosfera, evitando assim, interferências antropogênicas nocivas no sistema climático.

No início da década de 1980, começaram os primeiros atos jurídicos, no âmbito europeu, sobre mecanismos de avaliação e gestão ambiental, fragmentados. Nesse sentido, a aprovação da Diretiva nº 96/62/CE, relativa à avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente, por meio de uma matriz regulatória unificada, seria um ordenamento efetivo, estabelecendo uma metodologia geral de avaliação, monitorização e troca de informações relativas à qualidade do ar (Lei n. 276/99, de 23 de julho - DL nº 351/2007), sendo a precursora, que daria seguimento efetivo às demais, o que não ocorreu.

Recentemente, em 2019, a comissão apresenta, de forma parcial, uma proposta de revisão de diretivas. Elas foram revistas, em 2021, pela Organização Mundial da Saúde (OMS), com o objetivo de aproximar os padrões referentes à qualidade do ar no espaço europeu, na perspectiva da poluição zero no ar, na água e no solo, alinhado ao Pacto Ecológico Europeu (OMS, U. E. p. 17, 2019), juntamente com o programa de ação em Matéria de Ambiente da União (Portugal, p. 12; PGAU, 2022, p. 91).

A conceituação do dano ambiental é constantemente associada ao impacto refletido na saúde e no meio ambiente. É uma discussão relevante no campo do direito civil. Verifica-se que há diferenças entre degradação e poluição, os quais são considerados potenciais promotores de danos.

As emissões causadas por veículos automotores ao utilizarem combustíveis fósseis com grande variedade de substâncias tóxicas que são lançadas no ar atmosférico, e em contato com o sistema respiratório, causam diversos problemas de saúde e no meio ambiente. Tais problemas são verificados nas áreas próximas às fontes

poluidoras, sendo um dos principais efeitos dessa poluição, principalmente quando há concentração de partículas dissipadas no ar (Jorge, 2019, p. 84-91).

As doenças causadas pela poluição do ar matam, a cada ano, 2,5 milhões de pessoas no mundo, de acordo com dados da Organização Pan-Americana da Saúde (Opas, 2021). A poluição atmosférica é um problema recorrente em áreas urbanas e rurais. Um estudo avaliou que a poluição do ar é um fator determinante ao aumento de doenças respiratórias e à morte precoce no mundo todo.

O CO₂ emitido pelos automóveis impede a formação de hemoglobina, prejudicando a capacidade de oxigenação do organismo. O aumento de 1% de taxa de carbono na atmosfera é capaz de provocar um aumento de 2% nos casos de angina (Olmo, 2010).

O volume desses gases cria uma fumaça acinzentada também conhecida como efeito *smog* — junção das palavras *smoke* (fumaça) e *fog* (neblina) — criando baixa visibilidade, sendo extremamente prejudicial ao tráfego e, principalmente, ao tráfego aéreo. Isso ocorre devido ao processo de combustão e queima incompleta do combustível, visto que são compostos de gases como CO₂, NO (óxido de nitrogênio), HC, dentre os quais estão alguns considerados cancerígenos, como o SO₂ e MP₁₀, por exemplo.

Pesquisas demonstram que nas regiões metropolitanas, embora existam fontes alternativas, mas por ser mais econômico, a maior parte dos derivados do petróleo consumidos no mundo destina-se ao setor de transportes. Os veículos automotores e, na sequência, as indústrias são responsáveis pelas emissões e pela queima de combustíveis fósseis.

Mas, o mais preocupante é a incerteza sobre as previsões climáticas, que acontecem em decorrência da emissão de MP. De acordo com o relatório do painel intergovernamental sobre mudanças climáticas (IPCC, 2014).

Qual o regime da responsabilidade ambiental aplicado aos danos no ar atmosférico? A responsabilidade civil ambiental. Em um entendimento mais amplo, trata de obrigar o causador dos danos ambientais a pagar, pois as normas de regulamentação são amparadas e visam a preservação do meio ambiente. Portanto, nem todas as formas de dano ambiental serão reparadas por meio da responsabilidade civil, para isso é preciso atender condições, como, a presença de um ou mais atores, a concretude do dano e o nexo de causalidade.

Quanto ao dano no ar atmosférico, a responsabilidade civil não é um instrumento adequado para lidar com a poluição de gases dispersos na atmosfera, uma vez que seus efeitos impactam no clima, causados pelas emissões de CO₂ e outros gases, como a morte de florestas devido à chuva ácida, doenças respiratórias e a poluição atmosférica resultante do tráfego automóvel.

O (DL. 147, 2008, p. 4). não mensura o dano ao ar, deixando uma lacuna em relação a este elemento. Na alínea b, do artigo 11º, esclarece que na “ameaça iminente

de danos [há] probabilidade suficiente da ocorrência de um dano ambiental, num futuro próximo” (APA, 2021, p. 7).

Não obstante, as diretivas contemplam um regime de responsabilidade abrangendo toda a UE, para prevenir e reparar danos a espécies protegidas, habitats naturais, água e solo, baseando-se no princípio do poluidor, de forma que danos sejam evitados. Observa-se que a Lei nº 19 “obriga à responsabilização de todos os que direta ou indiretamente, com dolo ou negligência, provoquem ameaças ou danos ao ambiente, cabendo ao Estado a aplicação das sanções devidas, não estando excluída a possibilidade de indemnização nos termos da lei” (Lei n.19, 2014, p. 2).

Ao pensar no princípio da recuperação, não se pode esquecer do ar, sendo ele o pilar. E uma vez sofrendo a degradação, afetará os demais elementos e toda a vida humana na superfície terrestre.

Outro aspecto prende-se à omissão dos danos ao ar ou à atmosfera. A este respeito, considerando a Diretiva 2004/35/CE, “os danos ambientais incluem igualmente os danos causados pela poluição atmosférica, na medida em que causem danos à água, ao solo, às espécies ou aos habitats naturais protegidos” (Diretiva 2004/35/CE, p. 9; Lisboa, 2006).

O artigo 66º, da Constituição da República Portuguesa, estabelece sobre o direito fundamental ao ambiente. (Lei n.19, 2014, p. 24).

Os fundamentos amparam o direito do ambiente e o princípio da prevenção no campo do direito administrativo, visto que tutelam a proteção ambiental. Desta forma, no enquadramento normativo, abrem-se discussões da responsabilidade civil tanto no direito administrativo, como no direito constitucional, pois a tutela na proteção ambiental se apresenta, não somente como uma lesão de um bem jurídico exterior, mas também a personalidade e a saúde humana. Com isso, há contínua degradação do meio ambiente, que engloba o ar atmosférico, colocando em risco, futuramente, a sobrevivência da espécie humana.

Para Francario (1990, p. 38),

Pense-se no fenômeno das chuvas ácidas, das desertificações e alterações climáticas associadas ao aquecimento global resultante do aumento do CO₂ na atmosfera, na progressiva diminuição da concentração de ozônio na estratosfera, com o surgimento de buracos em diversas áreas do planeta, e na progressiva destruição dos mares e do ar atmosférico.

A partir disso, é importante atentar à responsabilidade civil na questão da degradação do ar atmosférico, sendo um dos elementos primordiais que deveriam ter o mesmo tratamento em questões de proteção e tutela jurisdicional. Portanto, em relação às diretivas, verifica-se que a responsabilidade ambiental relativa aos danos ao ar, trata apenas da possibilidade de reintegração indenizatória da saúde, uma vez comprovada

que foi afetada por meio de ações e/ou omissões das autoridades públicas em matéria de avaliação e gestão da qualidade do ar.

Nesse sentido, é imprescindível que as autoridades públicas assumam sua responsabilidade na proteção do ar atmosférico, implementando políticas e medidas efetivas para mitigar os impactos da poluição atmosférica e promover a melhoria da qualidade do ar. A responsabilização das autoridades públicas por eventuais falhas nesse sentido é fundamental para garantir a tutela jurisdicional dos direitos dos cidadãos e a proteção do meio ambiente.

O direito da UE é um marco pioneiro e significativo de um mecanismo responsabilizante.

Foi justamente em cumprimento e em concretização destas obrigações que surgiram no quadro europeu as designadas *Diretivas Tectos Nacionais* (ou NEC: “*National Emission Ceilings*”): (i) a primeira, a Diretiva nº 2001/81, transposta para a ordem jurídica interna pelo Decreto-Lei nº 193/2003, de 22 de agosto, estabelecendo-os, à época, designados *valores-limite nacionais de emissão* para aqueles quatro poluentes atmosféricos até e após 2010, fixados em limiares anuais de quilotoneladas (artigo 4º e anexo II); e (ii) a segunda e atualmente vigente Diretiva nº 2016/2284, transposta pelo Decreto-Lei nº 84/2018, de 23 de outubro, estabelecendo o que agora designa por *compromissos nacionais de redução de emissões* para aqueles quatro poluentes e também para as partículas finas entre 2020 e 2029 e, de modo mais exigente, a partir de 2030, fixados em metas percentuais de redução anual tendo por referência os níveis de emissões registados em 2005 artigo 4º e anexo II) (Coimbra, 2022, p. 447).

Os amparos jurídicos precisam ser mais incisivos através de leis e regulamentos relacionados à qualidade do ar, bem como a punição no caso de agravamento, tanto a nível nacional quanto internacional. Essas leis estabelecem diretrizes e metas a serem alcançadas em relação à qualidade do ar, bem como definem as responsabilidades e competências e entidades envolvidos na sua execução.

Dentre os elementos elencados como bem jurídico ambiental, o ar é o pilar fundamental da existência do planeta de utilidade ecológica em relação à qualidade de vida terrestre. Sua degradação ocorre devido às insurgentes ações antropogênicas e comprometedoras, levando a uma delimitação imensurável do dano ambiental, com reflexos essencialmente na saúde humana, devido à emissão de poluentes.

Em análise ao ordenamento jurídico e às diretivas, não há uma contemplação específica em relação ao dano ao ar abrangida pela responsabilidade ambiental. Existe, apenas, uma menção no preâmbulo da diretiva, que o dano ao ar pode estar abrangido à medida que afeta outros elementos. Por exemplo, se um dano à saúde for devido à

poluição atmosférica, há o dever de reparar o ar à medida que afeta os demais elementos. O direito internacional da UE e de Portugal vem tratando desta questão, recentemente, mas ainda sem atos normativos sobre a parte específica da degradação do ar.

O ar apresenta duas características relevantes: (1º) não é apropriável, por não ser possível contê-lo numa situação cotidiana; (2º) sua natureza é global, transfronteiriço e, por vezes, sua degradação dispersa substâncias em áreas diversas de seu local de origem, como as chuvas ácidas devido aos gases que se misturam ao vapor d'água.

Do ponto de vista normativo, “a distinção entre poluentes para efeitos de fixação de prioridades é por vezes feita tendo em conta, especificamente, a perigosidade que representa para o ser humano” (Oliveira, 2022, p. 181). E o enquadramento desta elevada composição de gases na atmosfera, causa um desequilíbrio incontornável, que tem levado a um número significativo de mortes, pois o ar interage com os demais elementos.

A liberação de substâncias nocivas compostas de elementos químicos, que degradam o ar atmosférico, acaba interferindo na saúde e no bem-estar humano, e por não estar regulamentado nas diretivas amparadas juridicamente, desequilibram e comprometem outras formas de vida.

A degradação do ar atmosférico pode ocorrer de várias formas:

Poluição urbana: advinda de conglomerados e mobilidade urbanas, e uso de transportes à base de combustíveis fósseis; poluição industrial: todo o processo desenvolvido por uma atividade industrial, seja de transformação de matéria-prima ou conversão de produtos ou energia;

poluição agropecuária: devido às queimadas inconsequentes no meio rural, e o desmatamento irregular que afetam a absorção dos gases, liberando-os na atmosfera, bem como os produtos fitofarmacêuticos.

Com efeito, os fundamentos apresentados em relação às consequências da poluição atmosférica são de alta complexidade, pois interferem na afetação da vida na Terra, com a inalação dos gases nocivos pelos seres vivos, levando a casos extremos de morte, na afetação da qualidade do solo, devido à interação dos elementos água, solo e ar, resultando em chuvas ácidas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os efeitos da poluição atmosférica são devastadores para a saúde humana. E garantir a qualidade do ar que respiramos passa a ser vital para o planeta.

Em razão disso se faz necessário implementar políticas mais severas e incisivas que controle as emissões de poluente e o agravamento global, para que se obtenha um planeta com um meio ambiente sustentável e prospero.

Em primeiro lugar, a conceituação dos MPs enquanto partículas derivadas das emissões de gases de veículos automotores, que utilizam combustíveis fósseis e, devido à sua queima, resulta numa degradação ambiental que penetra no ser humano por meio do aparelho respiratório.

Com efeito, as partículas PM_{2,5} são responsáveis por uma série de problemas de saúde, intensificando a reação inflamatória das células. Além disso, os MPs resultam, essencialmente, das emissões do tráfego automóvel e, nas áreas urbanas, possui um maior potencial oxidativo do que as áreas rurais, sendo mais prejudicial à saúde, ficando as incertezas sobre mensurar e dimensionar a transposição das emissões dissipadas na atmosfera e a delimitação dos danos causados. Mesmo o meio ambiente sendo um bem protegido constitucionalmente de forma global, por meio de normas, a garantia da qualidade de vida e o bem-estar do ser humano ainda se confrontam com as intempéries das ações antropogênicas.

Em segundo lugar, o cumprimento das diretivas e emendas de redução de emissões atmosféricas, especificamente dos MPs, para o ano de 2020, relacionadas ao clima, ao dano ambiental, na degradação da qualidade do ar como um indicador do grau de poluição presente e os regimes europeu e de Portugal.

Em terceiro lugar, os danos ambientais resultantes, e seus impactos deletérios provocados pela poluição do ar atmosférico, com a emissão dos MPs, diretamente na saúde da humanidade e do meio ambiente, especialmente no clima. Como o regime da responsabilidade ambiental visa assegurar, perante a sociedade, a reparação dos danos causados tendo como base o princípio da prevenção.

O MPs das áreas urbanas possui um maior potencial oxidativo do que o das áreas rurais, sendo mais prejudicial à saúde. Nesse sentido, ficam as incertezas sobre como mensurar e dimensionar a transposição das emissões dissipadas na atmosfera e como delimitar os danos causados. Mesmo o meio ambiente sendo um bem protegido constitucionalmente de forma global, por meio de normas, a garantia da qualidade de vida e o bem-estar do ser humano ainda se confrontam com as intempéries das ações antropogênicas.

Destarte que, o dano ao ar está ou não regulado pelo direito como um dano que tem de ser reparado, nas diretivas apresentadas, verificou-se que o elemento ar não foi contemplado juridicamente na questão de reparação. De formas que, sua reparação ocorre de forma indireta, caso afete outros bens, a exemplo da saúde

Quanto à saúde, o dano causado afeta a saúde humana, tem que ser reparada juridicamente? A resposta é sim, visto que o dano à saúde tem sido relevante às pessoas singulares ou coletivas diretamente afetadas por um risco de ultrapassagem dos valores-limite delimitados pelas diretivas, devendo ser requerido monitorização e normas mais incisivas no controle da qualidade do ar, com o objetivo de preservar a vida do ser humano.

Deste modo, constatou-se que a degradação do ar é responsável pela intensificação e provocação de certos fenômenos, como, por exemplo, a destruição da camada de O₃, o efeito estufa, a chuva ácida, a inversão térmica, o *smog* e o aquecimento global, tais fenômenos possuem relações tanto diretas quanto indiretas com as mudanças climáticas, que provocam a devastação ambiental e problemas de saúde pública que, cada vez mais, se intensificam em todo planeta.

Além disso, a complexidade do direito ambiental também contribui para a ineficácia na reparação do dano ao ar atmosférico. As normas ambientais são frequentemente ainda não são totalmente efetivadas na reparação do dano ao ar atmosférico. Os efeitos da poluição atmosférica, sejam locais ou globais, gerarão efeitos jurídicos importantes, sendo indispensável, no tocante a tutela jurídica do ar atmosférico, a aplicação dos princípios da precaução e prevenção.

Dimensionar as consequências e prever os danos futuros que o meio ambiente suportará ainda é um mistério, devido aos impactos atuais da ação humana que ainda estão longe de serem entendidos. Face a isso, em referência à frase de Marx e Engels, “um espectro ronda por todo o mundo. O espectro da destruição do meio ambiente”, em sua obra “O manifesto comunista”, (Marx, 1848).

As mudanças globais relativas ao meio ambiente são causadas pela atividade humana e seus efeitos nos sistemas globais são inadvertidas, além de deliberadas. Os efeitos são expressos em diferentes formas, por todo o planeta, e as mudanças são progressivas, ocorrem rapidamente, e muitas das alterações que têm um grande impacto sobre a humanidade são cumulativas e, provavelmente, irreversíveis, além de um certo limiar. No mais, ressalta-se a possibilidade de um futuro, no qual todas as formas de vida estejam em equilíbrio, é crucial a internalização da responsabilidade que cada ser humano tem com o futuro do planeta. Por tudo isso, o poder público, por meio de sua gestão, deve se comprometer com o desenvolvimento sustentável, fundamentando nas ferramentas de ampla informação e participação.

REFERÊNCIAS

APA, **Convenção sobre Poluição Atmosférica Transfronteiriça a Longa Distância** (CLRTAP). Agência Portuguesa do Ambiente. Portugal, 2021.

APA, **Fontes de emissão antropogênicas**. Agência Portuguesa do Ambiente. Portugal, 2021.

APA, **Protocolo de Gotemburgo** (acidificação, eutrofização e ozono troposférico). Agência Portuguesa do Ambiente. Portugal, 2021.

BÉLGICA, **Documento de trabalho do pessoal do comitê**. Relatório de avaliação de impacto. Proposta de diretiva do parlamento europeu e do conselho sobre a qualidade do ar ambiente e um ar mais limpo para a Europa. Bruxelas, 2022.

BÉLGICA, **Regulamento (UE) 2021/1119 do parlamento europeu e do conselho, de 30 de junho de 2021**. Cria o regime para alcançar a neutralidade climática e altera os Regulamentos (CE) no 401/2009 e (UE) 2018/1999 (lei europeia em matéria de clima). Bruxelas, 2021.

BELO, Pedro Ivo Diógenis; TOFOLY, Rodney. **Quantificação dos níveis de partículas finas (MP_{2,5}) no município de Vitória**. 2011. Projeto (Graduação) - Programa de Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, 1981.

BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT PORTUGAL. **Soluções empresariais para a neutralidade carbônica até 2050**: um contributo para a jornada de descarbonização. Lisboa: BCSD Portugal: empresas pela sustentabilidade, 2021.

CANADIAN ENVIRONMENTAL PROTECTION ACT. CEPA, 1999.

CARVALHO, Mariana Bulhões Freire de. **Poluição atmosférica e mudanças climáticas**. 2008. Projeto de Pesquisa, Departamento de Direito, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

COIMBRA, José Duarte. Direito da qualidade do ar. *In*: GOMES, Carla Amado; OLIVEIRA, Heloísa. **Tratado de direito do ambiente**. Alameda da Universidade: Lisboa, 2022. p. 447-480.

DGEG-BEN. **Balanço energético nacional**. República Portuguesa: ambiente e ação climática, 2021.

DRUMM, Fernanda Caroline et al. Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 66-78, 2014.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. EPA, 2010.

EYRE, N. J. et al. Efeitos de combustível e localização nos custos de danos das emissões de transporte. **Jornal de Economia e Política de Transporte**, v. 31, n. 1, p. 5-24, 1997.

FRANCARIO, Lucio. **Danni ambientali e tutela civile**. Nápoles: Jovene, 1990.

HARRISON, Roy Michael; YIN, Jun. Material particulado na atmosfera: quais propriedades das partículas são importantes para seus efeitos na saúde? **Ambiente Científico Total**, v. 249, p. 85-101, 2000.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Poluição veicular atmosférica**. Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Brasília, 2011.

JORGE, Gilmar Geraldo Jorge; MAZZAROTTO, Angelo Augusto Valles de Sá; ROCHA, Maria Carolina Vieira da. Avaliação das emissões de monóxido de carbono (CO) em uma caldeira flamotubular utilizando gás natural. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, v. 9, n. 2, p. 84-91, 2019.

KRÄMER, Ludwig. 480.000 dead per year are enough: the CJEU opens a new way to better enforce air quality laws. **JEEPL**, 2018, n. 15, p. 111-121, 2018.

MENDES, Paulo de Souza. **Vale a pena o direito penal do ambiente?** Lisboa: AAFDL, 2000.

MILARÉ, Édís. **Direito do ambiente**. 5. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2007.

OLIVEIRA, Heloisa. **A reparação do dano ambiental**. Lisboa: AAFDL, 2022.

OLMO, Neide Regina Simões. **Poluição atmosférica e exposição humana: a evolução científica epidemiológica e sua correlação com o ordenamento jurídico**. 2010. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. **Novas diretrizes globais de qualidade do ar da OMS visam salvar milhões de vidas da poluição atmosférica**. Escritório Regional para as Américas da Organização Mundial da Saúde, 2021.

POPE, C. Arden et al. Poluição do ar por partículas finas e mortalidade humana: mais de 25 anos de estudos de grupo. **Pesquisa Ambiental**, v. 191, p. 1-9, 2020.

PORTUGAL, Avaliação ambiental estratégica do Programa para a Ação Climática e Sustentabilidade (PACS). **Relatório ambiental preliminar**. Secretaria Geral do Ambiente. Lisboa, 2022.

PORTUGAL, **Constituição da República Portuguesa**. VII Revisão Constitucional. Lisboa, 2005.

PORTUGAL, *Decisão 2022/591, do parlamento europeu e do conselho, de 06 de abril de 2022*, relativa a um Programa Geral de Ação da União para 2030 em Matéria de Ambiente. Lisboa, 2022.

PORTUGAL, **Decreto-Lei nº 147, de 29 de julho de 2008**. Regime jurídico da responsabilidade por danos ambientais. Lisboa, 2008.

PORTUGAL, **Lei nº 98, de 31 de dezembro de 2021**. Lei de Bases do Clima. Define as bases da política do clima. Lisboa, 2021.

PORTUGAL, **Regulamento Delegado (UE) 2021/2139 da Comissão**, de 4 de junho de 2021, que completa o Regulamento (UE) 2020/852 do parlamento europeu e do conselho. Lisboa, 2021.

RIBEIRO, Suzana Kahn et al. **Transporte e mudanças climáticas**. Rio de Janeiro: MAUAD, 2000.

RIVERA, Maria Teresa Carballeira. La tutela ambiental en el derecho norte-americano. **Revista de Administração Pública**, n. 137, p. 511-547, 1995.

SCHULZE-FIELITZ, Helmuth. La protezione dell ambiente nel diritto costituzionale tedesco. In: AMIRANTE, Domenico. (A cura di). **Diritto ambientale e costituzione**. Esperienze europee. 2. ed. 2001. p. 69-85.

SILVA, José Afonso da. **Direito ambiental constitucional**. 5. ed. São Paulo: Malheiros, 2004.

UNIÃO EUROPEIA. **Acordo de Paris**. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre alterações climáticas. Paris, 2015.

UNIÃO EUROPEIA. **Carta dos direitos fundamentais da União Europeia**. Lisboa, 2000.

UNIÃO EUROPEIA. **Comunicação da comissão**, de 11 de dezembro de 2019. Lisboa, 2019.

UNIÃO EUROPEIA. **Diretiva 2016/2284, do parlamento europeu e do conselho, de 14 de dezembro de 2016**. Relativa à redução das emissões nacionais de certos poluentes atmosféricos, que altera a Diretiva 2003/35/CE e revoga a Diretiva 2001/81/CE. Lisboa, 2016.

UNIÃO EUROPEIA. **Diretiva 2008/50/CE, do parlamento europeu e do conselho, de 21 de maio de 2008**. Relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa. Lisboa, 2008.

UNIÃO EUROPEIA. **Diretiva 2009/22/CE, do parlamento europeu e do conselho, de 23 de abril de 2009**. Relativa às ações inibitórias em matéria de proteção dos interesses dos consumidores. Lisboa, 2009.

UNIÃO EUROPEIA. **Proposta de diretiva do parlamento europeu e do conselho.**

Estabelece um quadro para a proteção do solo e altera a Diretiva 2004/35/CE, de 22 de setembro de 2006. Lisboa, 2006.