

# COVID-19: REFLEXIONES SOBRE SUS IMPACTOS EN LA CALIDAD DEL AIRE Y EN LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS

**José Claudio Junqueira Ribeiro<sup>1</sup>**

Escola Superior Dom Helder Câmara (ESDHC) |

**Maraluce Maria Custódio<sup>2</sup>**

Escola Superior Dom Helder Câmara (ESDHC) |

**Diego Henrique Pereira Praça<sup>3</sup>**

Escola Superior Dom Helder Câmara (ESDHC) |

## RESUMEN

La atmósfera es uno de los elementos del medio natural más impactados por el ser humano y que genera reflejos directos en la calidad de vida del planeta, ya sea por el empeoramiento de la calidad del aire, bien por los cambios climáticos. En ese sentido, este artículo analiza la importancia del ambiente atmosférico como elemento esencial para la vida y los impactos en la calidad del aire relacionados al virus SARS-CoV-2, que provoca la actual pandemia de COVID-19. El presente estudio busca presentar las causas y efectos del cambio climático y la contaminación del aire, indicando cómo la pandemia de COVID-19 se ha relacionado positiva y negativamente a estos problemas ambientales. El método adoptado fue hipotético-deductivo, con enfoque cualitativo de investigación basada en artículos, análisis de documentos y sitios oficiales de difusión de datos. Tiene como marco teórico la teoría de Taylor (1981), que presenta la necesidad de crear principios morales para la relación del ser humano con el medio natural. Finalmente, concluye que es necesario volver a discutir la relación entre el

1 Doctor en Saneamiento, Medio Ambiente y Recursos Hídricos de la Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Diplôme de Études Approfondies (DEA) en Génie Sanitaire et Urbanisme por la École Nationale de Santé Publique (ENSP). Especialista en Ingeniería Sanitaria y graduado en Ingeniería Civil por la Escola de Engenharia de la UFMG. Profesor del Programa de Maestría y Doctorado en Derecho Ambiental y Desarrollo Sostenible en ESDHC. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6626-4557> / e-mail: [jcjunqueira@yahoo.com](mailto:jcjunqueira@yahoo.com)

2 Doctora en Geografía por la UFMG, en un programa de cotutela con la Université d'Avignon. Master en Derecho por la UFMG y en Derecho Ambiental por la Universidad Internacional de Andalucía (UNIA). Graduada en Derecho por la UFMG. Profesora de graduación y profesora permanente del Programa de Posgrado en Derecho de la ESDHC (Máster y Doctorado en Derecho Ambiental y Desarrollo Sostenible). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2048-7883> / e-mail: [maralucemc@gmail.com](mailto:maralucemc@gmail.com)

3 Estudiante de maestría en Derecho Ambiental y Desarrollo Sostenible del Programa de Postgrado de la ESDHC. Bachiller en Derecho de ESDHC. E-mail: [diegopereirapraça@hotmail.com](mailto:diegopereirapraça@hotmail.com)

ser humano y el mundo natural y repensar los principios morales y sociales basados en principios ambientales, a fin de evitar futuras epidemias y reducir los efectos climáticos.

**Palabras clave:** atmósfera; calentamiento global; calidad del aire; COVID-19; Taylor.

*COVID 19: THINKING ABOUT ITS IMPACTS ON AIR QUALITY  
AND CLIMATE CHANGE*

*ABSTRACT*

*The atmosphere is one of the elements of the natural environment most impacted by the human being and that generates direct reflections on the quality of life of the planet, either by the air quality, or by the climatic changes. Thus, this article analyzes the importance of the atmospheric environment as an essential element to life and the impacts on the air cause by the SARS-CoV-2, virus that started the current COVID-19 pandemic. The present study presents the causes and effects of climate changes and air pollution, suggesting how the COVID-19 pandemic has been positively and negatively related to these environmental problems. The method adopted is the hypothetical-deductive, with qualitative research approach based on articles, analysis of documents and official data dissemination sites. As the theoretical framework, the Taylor's theory (1981) is embraced as it presents the need to create moral principles for the relationship among human beings and the natural environment. It concludes that it is necessary to re-discuss the relationship among human beings and the natural world, and to rethink social and moral principles based on environmental principles, so that future epidemics can be avoided, and climate effects reduced.*

**Keywords:** *air quality; atmosphere; atmospheric pollutants; C Taylor; COVID-19; global warming.*

## INTRODUCCIÓN

Las políticas públicas que se relacionan al tema ambiental surgieron en muchos países a partir del Convenio de Estocolmo de 1972, pero en Brasil comienzan con la Ley 6.938 del 31 de agosto de 1981, denominada Política Nacional de Medio Ambiente (PNMA), recibido por la Constitución de la República Federativa de Brasil de 1988 (CRFB/1988), que dedicó un capítulo al medio ambiente, garantizando a todos los brasileños el derecho a un medio ambiente ecológicamente equilibrado, que, según Cirne (2019, p. 223), “perfila de manera moderna y avanzada las balizas de protección al medio ambiente y consagra en el texto brasileño las cinco bases comunes para la constitucionalización del medio ambiente”.

En este sentido, señala en este trabajo la importancia del ambiente atmosférico como elemento esencial para la vida y los impactos que el virus SARS-CoV-2, o simplemente un nuevo coronavirus, agente patógeno de la pandemia COVID-19, que provocó cambios en la atmósfera terrestre y en la calidad del aire en todo el mundo – aunque solo sea temporalmente – e inició una nueva reflexión sobre la relación entre los seres humanos y el mundo natural.

Las imágenes de satélite muestran que la pandemia de coronavirus está disminuyendo temporalmente los niveles de contaminación del aire en todo el mundo. Los expertos señalan la cuarentena como el evento a mayor escala jamás registrado en términos de reducción de emisiones industriales. La Agencia Espacial Europea (ESA) también ha detectado una reducción en el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), un compuesto químico que contribuye a la contaminación del aire y la lluvia ácida. El NO<sub>2</sub> es el resultado de las emisiones de los automóviles y otros procesos industriales y puede, entre otras cosas, causar problemas respiratorios (UFJF, 2020).

La atmósfera terrestre, o simplemente aire, en la composición media que se conoce actualmente, tardó miles de millones de años en estabilizarse en esta masa gaseosa que rodea al Planeta Tierra, compuesta principalmente por nitrógeno y oxígeno, siendo este último el responsable por el desarrollo de los seres aeróbicos<sup>4</sup>, incluyendo humanos y muchos animales.

La respiración humana y de muchos animales se lleva a cabo por intercambio de gases en el tracto respiratorio, entre el oxígeno libre del aire y el dióxido de carbono eliminado por el metabolismo de los cuerpos, siendo una función inherente a estos seres y que garantiza la vida en el planeta.

Al aspirar el oxígeno presente en el aire, elemento esencial para la

<sup>4</sup> Seres que necesitan oxígeno libre en el aire o agua para respirar.

vida humana, también se aspira las impurezas que existen en él, ya sean partículas, gases u otros contaminantes de naturaleza biológica, como bacterias y virus.

Hoy en día, las preocupaciones sobre la atmósfera terrestre tienen dos vertientes principales: las de origen planetario, como el problema del calentamiento global, y las relacionadas con la contaminación atmosférica local o regional, que impactan en la salud y el medio ambiente a nivel local y en general. En el primer caso, las actividades antrópicas que emiten Gases de Efecto Invernadero (GEI) son las principales causas porque potencializan el Efecto Invernadero natural de la atmósfera terrestre, aumentando la temperatura promedio del planeta, generando cambios climáticos, que pueden generar efectos catastróficos para muchos tipos de vida en la Tierra.

La contaminación del aire, a nivel local y regional, altera la calidad del aire, impactando la salud, la flora, la fauna, el desarrollo socioeconómico y el patrimonio, por fin, el medio ambiente en general. Partículas aspiradas y gases contaminantes causan daño al sistema respiratorio y otros órganos vitales, presentando a menudo toxicidad y potencial carcinogénico. Numerosos gases dan acidez al aire, dañando la vegetación, y el patrimonio, situación agravada por la sedimentación de partículas más pesadas que se depositan en las hojas dificultando la respiración de las plantas y los materiales, acelerando el proceso de desgaste, dañándolos, principalmente los bienes históricos y culturales a la intemperie.

Si, hasta entonces, las preocupaciones ambientales habían estado guiadas por estos cambios de carácter físico, químico o físico-químico del aire, la pandemia del COVID-19 sacó a la luz la necesidad de preocuparse por los cambios biológicos, ya que las gotitas expiradas en el proceso respiratorio de personas contaminadas, que contienen el coronavirus, pueden permanecer suspendidas en el aire por breves instantes, o prolongarse, dependiendo de las condiciones del ambiente, ya sea cerrado o abierto, humedad, temperatura y corrientes de viento.

Este artículo aborda las causas y efectos del cambio climático y la contaminación del aire, indicando cómo la pandemia de COVID-19 se ha relacionado positiva y negativamente con estos problemas ambientales.

El método adoptado fue el hipotético-deductivo con un enfoque cualitativo de investigación a partir de artículos, análisis de documentos y sitios oficiales de difusión de datos. El marco teórico es la teoría de Taylor (1981), que defiende la necesidad de que el ser humano crear nuevos

principios morales para poder relacionarse con el medio natural. Al final, busca demostrar que la pandemia COVID-19 trajo aspectos negativos, pero también positivos a la relación entre los seres humanos y el mundo natural y una apertura a la reflexión sobre la posibilidad real y práctica de cambiar esta relación creando una relación respetuosa. a través de principios morales basados en principios ambientales, que pueden cambiar el curso del cambio climático a mediano y largo plazo.

## **1 ATMÓSFERA TERRESTRE: ELEMENTO ESENCIAL A LA VIDA Y SUS MODIFICACIONES POR ACCIONES HUMANAS**

La atmósfera terrestre es la capa de aire que envuelve al Planeta Tierra, estando constituida por radiación, gases y material particulado, su extensión es kilométrica y es fundamental para la condición de supervivencia de las especies. Los procesos físicos y químicos que ocurren minimizan la incidencia de la radiación ultravioleta y son los encargados de mantener la temperatura promedio de la Tierra, permitiendo el desarrollo y supervivencia de los seres vivos. En este sentido, enseñan Dias, Andrade-Neto y Miltão, (2007, p. 23):

La capa de radiación, gases y material particulado (aerosoles) que rodea la Tierra y se extiende a lo largo de cientos de kilómetros se llama atmósfera terrestre. Los límites inferiores de la atmósfera son, por supuesto, las superficies de la corteza terrestre y los océanos. Sin embargo, sus límites superiores no están bien definidos porque, con el aumento de altitud, la atmósfera se vuelve cada vez más tenue, en relación con su contenido de materia, hasta confundirse con el medio interplanetario. Para tener una idea de cuán materialmente delgada se vuelve la atmósfera a medida que se aleja de la superficie de la Tierra, solo sepa que el 99% de su masa está contenida en una capa de  $\approx 32$ km. A modo de comparación, recuerde que el radio de la Tierra es  $\approx 6300$ km. El conocimiento de la composición y comportamiento de la atmósfera tiene una gran y fundamental relevancia para los procesos biológicos ya que los procesos físicos y químicos que ocurren en la atmósfera protegen a los organismos de la exposición a la radiación ultravioleta en niveles peligrosos, además de que la atmósfera contiene gases y componentes de radiación necesarios para procesos vitales en la Tierra, como la respiración y la fotosíntesis.

La atmósfera terrestre, didácticamente denominada Aire, está compuesta básicamente por Nitrógeno (78%), Oxígeno (20,8%), Gas Carbono (0, 9%) y el resto (0, 3%) por otros gases como el argón, criptón, helio, neón, radón y xenón, metano, dióxido de azufre y vapor de agua (BRANCO, 1982).

Didácticamente, la atmósfera se divide en capas que juntas se extienden a lo largo de mil kilómetros de altitud y a medida que se alejan de la superficie de la Tierra se vuelven más enrarecidas. Los límites de cada capa están marcados por inflexiones de temperatura (PERES, 2008).

La capa denominada troposfera se extiende desde la superficie de la Tierra entre 15 y 18 km de altitud, en Ecuador, y de 6 a 8 km, en los polos. Esta capa corresponde al 80% del peso atmosférico y contiene el desarrollo de la vida y los fenómenos meteorológicos. De la Troposfera, se encuentra la Estratosfera, que se extiende hasta unos 50 km de altitud, donde se ubica la capa de Ozono, encargada de filtrar los rayos ultravioletas. La tercera capa es la Mesosfera, que se ubica entre 50 y 90 km de altitud, seguida de la cuarta capa llamada Termosfera que se extiende hasta unos 450 km de altitud. La quinta y última capa considerada es la Exosfera, hasta unos 900 km de altitud, donde el aire se enrarece y los gases escapan al espacio (PERES, 2008).

El aire es un elemento indispensable para la vida en todas sus formas, ya que la respiración de los seres humanos y otros seres vivos depende del oxígeno libre ( $O_2$ ) del aire, necesario para el intercambio gaseoso de la absorción de  $O_2$  y liberación de dióxido de carbono  $CO_2$ , o su absorción para la producción de oxígeno por vegetales. La composición del aire – atmósfera – garantiza la temperatura, los componentes para la existencia de la vida, así como su movimiento, además de la regulación climática, que, junto con varios factores al mismo tiempo, pueden cambiar esos ciclos, como los ciclos solares, la deriva de los continentes, el vulcanismo e interferencia antrópica.

La interferencia humana en los procesos naturales atmosféricos: a través de la emisión de gases, partículas y, en la biodiversidad, al cambiar su estructura como transformación de la vegetación en áreas – por la agricultura – o la inserción de edificios – ciudades –, provocan cambios en la composición natural de esta capa de aire, lo que puede provocar efectos indeseables en la salud y calidad de vida de los seres vivos del planeta. Estas interferencias pueden ser de orden, físicas (partículas), químicas (gases) o biológicas (bacterias y virus).

Los cambios en la calidad del aire, ya sean físicos, químicos o biológicos, pueden causar impactos ambientales de carácter global, regional o local. Los ejemplos más clásicos de impactos globales son el cambio climático derivado del calentamiento global y el agujero en la capa de ozono resultante de la emisión de sustancias que la deterioran, como

los clorofluorocarbonos. En el caso de impactos locales y regionales, se mencionan cambios en la calidad del aire por emisiones contaminantes de fuentes fijas y móviles presentes en un área determinada, como industrias y vehículos automotores, así como la remoción de vegetación liberadora de carbono, previamente fijada por sus elementos. Demostrando que la forma en que los seres humanos hoy se relacionan con la naturaleza no ha sido armoniosa, por lo que es necesario cambiar la perspectiva de la relación, que por tanto requiere nuevos preceptos éticos.

En estos campos, los cambios en el orden biológico del aire, *per se*, nunca se destacaron, pero con la pandemia COVID-19, la atención se centra en la necesidad de profundizar el conocimiento, porque, al analizar las condiciones en las que los virus pueden estar suspendidos en gotitas en el aire, incluso por breves momentos, contaminando él otro a través de la respiración o incluso con las modificaciones en el ambiente propagados por los seres humanos, se puede entender cómo el SARS-CoV -2 contamina a los seres humanos.

La pandemia COVID-19 provocó el encierro de casi toda la humanidad, reduciendo las actividades industriales en un espacio-tiempo de su difusión que conlleva una reducción de las emisiones de gases y partículas responsables del calentamiento global y la contaminación local o regional. En consecuencia, la calidad del aire ha cambiado, sin embargo, aún no se conocen las consecuencias positivas o negativas de la pandemia sobre estos temas a mediano y largo plazo.

## 1.1 Calidad del aire

La calidad del aire se evalúa en términos de la concentración de contaminantes en tasas no naturales o que interfieren con el ciclo natural de la atmósfera en una localidad o región. Las mediciones de esos contaminantes se han realizado con equipos cada vez más modernos, y actualmente se utilizan estaciones automáticas de monitoreo de la calidad del aire, con análisis de datos matemáticos por computadoras de última generación. Estas estaciones cuentan con sensores específicos, que determinan la concentración de diversos contaminantes en tiempo real en la atmósfera, almacenando los datos para ser transmitidos a las agencias ambientales y difundidos a la población. así como para la construcción de la serie histórica que busca comprender las variaciones y cómo combatir esta contaminación.

La calificación atmosférica se evalúa de acuerdo con los estándares

definidos por la Organización Mundial de la Salud, que parametrizó la definición dada por la Resolución del Consejo Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) 491/2018.

Art. 2 Para efectos de la presente resolución, se adoptan las siguientes definiciones: II – estándar de calidad del aire: uno de las herramientas de gestión de calidad del aire, determinado como el valor de concentración de un contaminante específico en la atmósfera, asociado a un intervalo de tiempo de exposición, de modo que se preserve el medio ambiente y la salud de la población en relación a los riesgos de daños causados por la contaminación atmosférica. III – estándar intermedios de calidad del aire - PI: estándar establecidos como valores temporales que deben cumplirse por etapas; IV - Norma final de calidad del aire - PF: valores guía definidos por la Organización Mundial de la Salud – OMS en 2005 (CONAMA, 2018).

Los estándares de calidad del aire son herramientas de gestión, determinadas por la concentración de un contaminante específico en la atmósfera que debe asociarse al tiempo de exposición, a fin de preservar la salud de la población y el medio ambiente y de comprender las razones del aumento de la concentración o no de los contaminantes que pueden provocar enfermedades y los cambios climáticos.

La Resolución 491/2018 de CONAMA propone que las normas definitivas de calidad del aire sean las que se basan en estándares científicos internacionales definidos por la Organización Mundial de la Salud. Sin embargo, no establece plazos para lograr normas intermedias y finales para cada contaminante ni valores deseables para la seguridad ambiental y humana. Estas normas son referencias para los niveles de concentración de cada contaminante, que si se superan podrían poner en peligro la salud de la población. El concepto de contaminación del aire proviene de esos límites cuando se sobrepasan. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2018):

La contaminación del aire representa un importante riesgo ambiental para la salud. Al reducir los niveles de contaminación del aire, los países pueden reducir la carga de morbilidad de los accidentes cerebrovasculares, el cáncer de pulmón y las neumopatías crónicas y agudas, incluido el asma. Cuanto menor sea la contaminación del aire, mejor será la salud cardiovascular y respiratoria de la población a largo y mediano plazo. Según las estimaciones para 2016, la contaminación atmosférica en las ciudades y zonas rurales de todo el mundo causa 4,2 millones de disfunciones prematuras al año.

La OMS estima que la mayoría de las muertes prematuras en 2016 relacionadas con la contaminación atmosférica fueron por accidentes cardiovasculares, infecciones pulmonares y cáncer de pulmón. Sin

embargo, muchas de esas muertes pueden atribuirse a más de un factor de riesgo al mismo tiempo, como el hecho de que la persona sea fumadora o se encuentre en un entorno de fumadores y ambientes poco saludables (OMS, 2018), pero no se puede ignorar el impacto del medio ambiente en esas muertes, porque si hay un crecimiento exacerbado de una determinada enfermedad en una región determinada, el factor ambiental puede haber interferido y, por lo tanto, debe ser investigado.

En este sentido, es sumamente importante monitorear la calidad del aire para determinar el nivel de concentración de contaminantes, en función de los efectos ambientales que son capaces de producir.

En ese sentido enseña Priscila Kelly Moreira Ireno (2015, p.7)

El monitoreo de la calidad del aire se utiliza principalmente para medir el grado de exposición de los receptores (humanos, animales, plantas y materiales) en regiones propensas a un mayor grado de concentración de contaminantes, de los cuales se basa en las concentraciones máximas y mínimas definidas por la Resolución CONAMA 03/90, que cuando se sobrepasa puede afectar la salud y el bienestar de la población. Para tal fin, se llevan a cabo programas de vigilancia desarrollados por los estados, de acuerdo con las atribuciones de la legislación antes mencionada. Sus principales metas son identificar las posibles tendencias de la contaminación en una región, tomar medidas de emergencia en episodios críticos para asegurar la salud de la población expuesta y garantizar el control de los contaminantes atmosféricos tóxicos introducidos por las actividades antrópicas.

Como tal, los programas de monitoreo de la calidad del aire tienen como objetivo asegurar que la población mantenga los estándares a niveles que aseguren la salud y la preservación del ecosistema. Cabe señalar que la resolución CONAMA 03/90 fue derogada por la resolución 491/2018, que, tras decenios de debate, actualizó conceptos y referencias, basándose en las recomendaciones de la OMS y las experiencias internacionales, aunque, como se ha mencionado, no fijó plazos para alcanzar los objetivos necesarios para salvaguardar la salud humana y el medio ambiente en general.

La competencia para el monitoreo de la calidad del aire corresponde a los organismos ambientales estatales, con base en los contaminantes y procedimientos establecidos en la Resolución 491/2018 de la CONAMA, calculando y difundiendo el Índice de Calidad del Aire (IQA), con el propósito de informar a la población de manera clara y objetiva sobre las condiciones del aire que respiran.

Este índice, adoptado internacionalmente, fue elaborado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América

(EPA) herramienta que tiene por objeto transformar las concentraciones de los contaminantes dispersos en valores que permitan compararlos con las normas establecidas por la legislación. La transformación de las concentraciones en índices se obtiene mediante un cálculo específico para cada contaminante monitoreado (IRENO, 2015). Su estudio hoy en día es esencial para asegurar una calidad de vida saludable, y su difusión proporciona información para que la sociedad civil se organice para asegurar un ambiente adecuado para la vida.

## 1.2 Principales contaminantes y fuentes de emisión

El control de los principales contaminantes, considerado en las políticas públicas de protección del medio ambiente, tiene como eje principal la salud de la población. Sin embargo, también se refiere a la protección de la fauna y la flora, el desarrollo socioeconómico y el patrimonio natural, histórico, cultural y paisajístico.

[...] Contaminante atmosférico: cualquier forma de materia en cantidad, concentración, tiempo u otras características que haga o pueda hacer que el aire sea inadecuado o dañino para la salud, perjudique el bienestar público, dañe los materiales, la fauna y la flora, o sea perjudicial para la seguridad, el uso y el disfrute de los bienes o para las actividades normales de la comunidad (CONAMA, 2018).

Los contaminantes del aire se dividen en dos grandes grupos: partículas y gases. También existe la clase “humos” que se produce cuando hay partículas disueltas en los gases.

En el caso de las partículas, actualmente el enfoque principal se centra en las partículas inhalables, sabiendo que cuanto más pequeñas alcanzan más profundamente las vías respiratorias de los humanos. Así tenemos partículas más pequeñas que 10 micrómetros expresadas como  $PM_{10}$  y las más pequeñas que 2,5 micrómetros, expresadas como  $PM_{2,5}$ .

Material Particulado  $PM_{10}$ : partículas de material sólido o líquido suspendidas en el aire, en forma de polvo, niebla, aerosol, hollín, entre otros, con un diámetro de corte aerodinámico equivalente de 10 micrómetros;

Material particulado  $PM_{2,5}$ : partículas de material sólido o líquido suspendidas en el aire, en forma de polvo, niebla, aerosol, hollín, entre otros, con un diámetro de corte aerodinámico equivalente de 2,5 micrómetros (CONAMA, 2018).

En el caso de los gases se destacan el Monóxido de Carbono (CO), el Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), el Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y el Ozono (O<sub>3</sub>).

En Brasil, los estándares de calidad del aire están establecidos por la Resolución n. 491/2018 de la CONAMA y esta Resolución establece normas para las partículas, los gases y la presencia de plomo (Pb) en la atmósfera, que deben ser controladas por los organismos ambientales estatales. Según el Ministerio de Medio Ambiente de Brasil (MMA),

Los parámetros regulados por la legislación medioambiental son: partículas totales en suspensión (PTS), humo, partículas inhalables ( $MP_{10}$  y  $MP_{2,5}$ ), dióxido de azufre ( $SO_2$ ), monóxido de carbono (CO), ozono ( $O_3$ ), dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) y plomo (PB). La misma resolución también establece los criterios para los episodios de contaminación atmosférica aguda. Cabe señalar que la declaración de los estados de atención, alerta y emergencia requiere, además de los niveles de concentración alcanzados, la predicción de condiciones climáticas desfavorables a la dispersión de los contaminantes (MMA, 2020a).

Las nuevas normas determinadas, válidas a partir de la publicación de esta resolución, 21 de noviembre de 2018, fueron un poco más restrictivas que las vigentes desde 1990. Sin embargo, no se determinaron nuevos plazos intermedios y ni siquiera el plazo final para alcanzar los niveles recomendados por la OMS desde 2005.

Las fuentes de emisión de los contaminantes atmosféricos pueden ser naturales o artificiales, producidas por actividades humanas, y las fuentes artificiales se dividen en fijas o móviles, emitiéndose de forma ocasional o fugaz.

La Fundación Estatal para el Medio Ambiente (FEAM) (2015) define:

Las fuentes de emisión pueden ser naturales (volcanes) o antrópicas (hechas por el hombre). Las principales fuentes antrópicas de contaminantes atmosféricos se denominan fuentes estacionarias (industrias) o móviles (gasolina/vehículos diésel/alcohol/gas natural), pueden resultar de la combustión externa (calderas, hornos) o interna (automóviles) y otros procesos de transformación (fabricación de ácidos). Esas fuentes también pueden ser puntuales (chimeneas, conductos) o difusas (no puntuales y aleatorias, es decir, no tienen un punto de lanzamiento específico o no proceden de un punto de generación preciso. Las emisiones de fuentes difusas se denominan fugitivas.

Así pues, una fuente fija de emisiones antrópicas es el punto a partir del cual los contaminantes se dispersan en la atmósfera y la instalación o el equipo, como las chimeneas industriales; o móviles, emisiones provenientes de los vehículos de motor. Hay que considerar, también, las fugitivas como aquellas por arrastre eólico.

Las principales fuentes de esos contaminantes atmosféricos son las emisiones procedentes de la quema de combustibles fósiles en procesos

industriales, de la generación de energía (termoeléctrica) y de los vehículos de motor. Se subraya que los diversos procesos de la industria extractiva y de elaboración, según las materias primas y las tecnologías utilizadas, tienen otras fuentes de contaminantes además de la quema de combustibles fósiles, como las emisiones de partículas y gases en los hornos de cemento y las acerías y el arrastre de partículas en la minería a cielo abierto.

Cabe señalar que, en los grandes centros urbanos, las emisiones de las fuentes móviles son responsables por una gran parte de la contaminación atmosférica. Aunque la tecnología automovilística ha mitigado los efectos nocivos de la combustión de los motores, los vehículos producen cantidades perjudiciales de material particulado. Como explicó la FEAM (2020) al hablar de las fuentes móviles:

El tráfico de vehículos es una de las principales causas de la degradación de la calidad del aire en los centros urbanos, donde vive actualmente la mayor parte de la población mundial. Aunque las emisiones de los vehículos se han reducido en gran medida gracias a diversas mejoras tecnológicas en los motores y a los cambios de combustible, las emisiones de contaminantes atmosféricos de la flota siguen siendo un factor que merece atención, principalmente debido al crecimiento de la flota que circula en las zonas urbanas y a las condiciones del tráfico.

Aunque, individualmente, este tipo de emisión es aparentemente insignificante, cuando se analiza el número de vehículos en las grandes ciudades, se observa la generación de toneladas de contaminantes por día. Varios factores influyen en la cantidad de emisiones de los vehículos en las zonas urbanas, como los tipos de vehículos, la antigüedad de la flota, el tipo de combustible, la cantidad de vehículos en circulación y las condiciones del tráfico.

Muchas de esas emisiones, además de interferir con la salud y la calidad del aire a corto plazo, participan en la composición global de las emisiones que contribuyen al cambio climático a corto, medio y largo plazo, lo que demuestra el distanciamiento ético de la sociedad del medio ambiente en el que vive.

### **1.3 El efecto invernadero y el calentamiento global**

El Efecto Invernadero es un fenómeno natural que es esencial para permitir las condiciones necesarias para la vida en el planeta. Cuando la radiación solar (luz) se incide en la tierra, se refleja en forma de radiación infrarroja (calor), parte va al espacio y parte es retenida por los gases presentes en la atmósfera, Gases de Efecto Invernadero (GEI). Los principales GEI son el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y el

vapor de agua ( $H_2O$ ), responsables de mantener una temperatura media en la Tierra de unos  $15^{\circ}C$  positivos, permitiendo el desarrollo de la vida en nuestro planeta (BRANCO, 1982).

El efecto invernadero es un fenómeno natural y permite la vida humana en la Tierra. Parte de la energía solar que llega al planeta es reflejada directamente al espacio cuando llega a la cima de la atmósfera de la Tierra. – y una parte es absorbida por los océanos y la superficie de la Tierra, promoviendo su calentamiento. Una parte de ese calor es irradiado de vuelta al espacio, pero está bloqueado por la presencia de gases de efecto invernadero que, aunque dejan pasar la energía del sol (emitidos en longitudes de onda más cortas), son opacos a la radiación terrestre, emitidos en longitudes de onda más largas. Esta diferencia en las longitudes de onda se debe a las diferencias en las temperaturas del Sol y la superficie de la Tierra. De hecho, es la presencia de dichos gases en la atmósfera lo que hace que la Tierra sea habitable, porque si no existieran naturalmente, la temperatura media del planeta sería muy baja, alrededor de  $18^{\circ}C$  negativos. El intercambio de energía entre la superficie y la atmósfera mantiene las condiciones actuales, que proporcionan una temperatura global media, cercana a la superficie, de  $14^{\circ}C$  (MMA, 2012).

Históricamente, las condiciones de calor de la superficie de la tierra no han tenido forma; los períodos más cálidos se han intercalado con otros menos calientes o glaciales a lo largo del tiempo. Sin embargo, en la actualidad existe preocupación por la interferencia de las actividades humanas, que liberan GEI, lo que quizás esté potenciando el efecto invernadero natural. Así pues, esta variación de la temperatura, aun siendo de origen natural, puede que esté sufriendo aceleración debido a la interferencia humana en el medio ambiente y el tema ha sido puesto de relieve en los debates mundiales (MENDONÇA, 2003).

El clima ha presentado cambios a lo largo de la historia del planeta. Sin embargo, es posible ver que el cambio climático actual presenta particularidades. En 2005, la presencia de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) en la atmósfera superó la variación natural de los últimos 650.000 años, alcanzando un récord de 379 partes por millón en volumen (ppm), lo que significa un aumento de casi 100 ppm desde la era preindustrial (MMA, 2012). Esta, entre otras grandes discrepancias, hizo imposible que se observara la imposibilidad de este drástico cambio proveniente exclusivamente de fenómenos naturales, comenzando a analizar la interferencia antrópica en el medio ambiente como factor influyente en el cambio climático.

Entre las actividades humanas que más han contribuido al calentamiento global está la quema de combustibles fósiles, siendo China y los Estados Unidos los mayores emisores de  $CO_2$ . En el caso de Brasil, el cambio de

uso de la tierra, especialmente la deforestación, es el principal emisor que contribuye al cambio climático (IPCC, 2014).

Otro factor que indica el cambio climático es el aumento de las temperaturas medias mundiales del aire y los océanos, que está provocando el derretimiento de los casquetes polares y el aumento del nivel del mar. Las temperaturas medias de la superficie global son las más altas de los últimos cinco siglos, ha habido un aumento de unos  $0,74^{\circ}\text{C}$ , en los últimos cien años. Si no se mitiga la interferencia antrópica, se espera que, más adelante en este siglo, se observe un clima bastante inusual que podría presentar, por ejemplo, un aumento medio de la temperatura mundial de  $2^{\circ}\text{C}$  hasta  $5,8^{\circ}\text{C}$  (MMA, 2012).

De esa manera, la interferencia humana debe ser mitigada para que las condiciones normales en el planeta puedan ser restablecidas. Para ello es necesario que la cooperación internacional adopte medidas que reduzcan al mínimo los impactos ambientales. En 1992, durante la Conferencia de Río, se creó el Convenio – Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que entró en vigor en 1994 y que actualmente cuenta con 195 países. Este Tratado tiene por objeto promover la cooperación internacional para estabilizar el sistema climático mundial y contener el calentamiento global causado por las emisiones de GEI (REI; GONÇALVES; SOUZA, 2017).

Los países miembros se reúnen anualmente en Convenciones de las Partes (COP), la última COP 25, celebrada en noviembre de 2019 en Madrid. Entre las COP, destaca la COP 3, celebrada en 1997 en la ciudad de Kyoto (Japón), cuando se firmó el Protocolo de Kyoto, con objetivos para que los países desarrollados reduzcan sus emisiones, en promedio, de  $5,2\%$  en relación con los niveles de 1990, para 2012. El Protocolo fracasó en su misión porque no se lograron los resultados, especialmente porque no participaron los principales países emisores de GEI. Otro acontecimiento destacado fue la COP 21 celebrada en París en 2015, que dio lugar al Acuerdo de París, en el que los países signatarios se comprometieron a establecer sus contribuciones nacionales determinadas (NDC)<sup>5</sup>, con entrada en vigor a partir de 2020. Aunque mucho menos rígido que el Protocolo de Kyoto, el Acuerdo de París involucró a todos los países de manera básicamente igual y en un intento de hacer esfuerzos comunes para cumplir con el principio de Cooperación entre los Pueblos, que surgió del Convenio de Estocolmo de 1972.

*5 Nationally Determined Contribution*

Brasil ha asumido las metas de reducir el 37% de las emisiones de gases de efecto invernadero para 2025 y el 43% para 2030, aumentando la participación de las fuentes de energía renovables en la matriz energética, además de reducir a cero la deforestación ilegal en la Amazonia brasileña.

Sin embargo, todavía hay quienes no creen que la interferencia humana sea capaz de causar el cambio climático, los llamados “escépticos del clima”, que se basan en estudios científicos que creen especialmente en los miniciclos glaciales que pueden ocurrir en el planeta de manera rápida<sup>6</sup> y que no tienen nada que ver con las emisiones humanas. Esta investigación probablemente influye en que los Estados Unidos, el segundo mayor emisor de GEI, no participe en ningún acuerdo mundial para combatir el cambio climático, como lo fue en el Protocolo de Kyoto y su salida del Acuerdo de París.

La COP 26, programada para noviembre de 2020 en Reino Unido debido a la pandemia COVID 19, ha suspendido hasta 2021 y ya poseen los temas a analizar y debatir divulgados en el sitio web del IPCC<sup>7</sup>.

## 2 COVID-19: IMPACTOS EN LA ATMÓSFERA Y LA EN CALIDAD DEL AIRE

El actual escenario mundial se caracteriza por la existencia de una Pandemia, un brote viral originado en la ciudad de Wuhan-China, con una propagación epidemiológica muy rápida de la velocidad de transmisión, por lo que en unos tres meses ya se produjo un brote mundial que llevó a los gobiernos a restringir el derecho a viajar y el libre ejercicio económico, dados los riesgos de contaminación. En vista de ello, es necesario comprender históricamente la aparición de medidas no farmacológicas para mitigar los efectos del brote viral.

En la Antigua Grecia, Hipócrates, en el siglo V a.C., definió que, para verificar si una enfermedad era crónica o proveniente de un agente patógeno, el aislamiento debía mantenerse durante cuarenta días. El término cuarentena se deriva de la expresión italiana “*quarenta giorni*”, lo que significa cuarenta días, de 1377, cuando Europa sufrió el brote de la peste negra. Ante la posibilidad de la propagación de la enfermedad, los barcos deberían permanecer anclados cuarenta días después de su llegada

6 Para más información sobre el tema lea Historia Geológica y Ciencia del Clima: métodos y orígenes del estudio de los ciclos climáticos en la Tierra Marcos José de Oliveira, Gustavo Macedo de Mello Baptista, Celso Dal Ré Carneiro e Francisco Arthur Silva Vecchia.

7 El sitio web de IPCC: <https://www.ipcc.ch/reports/>.

al puerto de la República de Ragusa, antigua colonia de Venecia, práctica que se extendió a otros puertos de Italia y Francia en el siglo siguiente. Además, el uso de la cuarentena en la salud también se registró en el siglo XVIII, cuando el gobierno británico la utilizó como medida para controlar el brote de la peste bubónica (UCHÔA, Silvia; UCHÔA, Bruno, 2020).

Con el estrechamiento de las relaciones entre los Estados nacionales y el intenso comercio internacional, la salud pública se ha convertido en una preocupación internacional que debía ser regulada en vista del gran movimiento de personas, bienes y mercancías por parte de todos los países. El temor a la posible propagación de enfermedades llevó a la Convención Internacional de Salud celebrada en 1926 a debatir la cuarentena como posible medida de control de enfermedades. El Reglamento Sanitario Internacional definió el concepto de emergencia de salud pública de importancia internacional. Se trata de un acontecimiento transfronterizo extraordinario que pone en peligro la salud pública y requiere respuestas coordinadas (LIMA; COSTA, 2015).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), a fin de organizar los esfuerzos para combatir las emergencias médicas de la gripe pandémica internacional, ya en el presente siglo, instituyó medidas farmacológicas y no farmacológicas para ser adoptadas. Lima y Costa (2015, p.11) enseñan:

Para controlar las emergencias en las pandemias de influenza, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido estrategias para las intervenciones farmacéuticas y no farmacéuticas, que se iniciarán en el momento de descubrir un brote, así como cuestiones éticas que se observarán durante la aplicación de las medidas. Las intervenciones no farmacéuticas incluyen la atención a los hábitos de higiene, las medidas de restricción de la libertad como el aislamiento de los enfermos, la cuarentena de contacto, las medidas de distanciamiento social como la restricción de los viajes, el cierre de escuelas y de lugares de aglomeración.

Las medidas no farmacológicas tienen por objeto reducir la velocidad de propagación de la epidemia viral, incluidas las medidas de higiene y las restricciones de la locomoción, que imponen a la población la no realización de actividades cotidianas como la circulación en las vías públicas, los viajes, el comercio y la producción industrial. Así, se intenta reducir la velocidad de transmisión del virus, para no sobrecargar el sistema sanitario (OLIVEIRA, 2020).

La Organización Mundial de la Salud en el Reglamento Sanitario

Internacional<sup>8</sup> definido en el primer artículo cuarentena y aislamiento de la siguiente manera:

“Cuarentena” significa la restricción de las actividades, y/o separación de sospechosos que no se encuentran enfermos o de equipajes, contenedores, medios de transporte o mercancías sospechosos, de forma tal que se prevenga la posible propagación de la infección o contaminación; “aislamiento” significa la separación de los demás de personas enfermas o contaminadas o de equipajes, contenedores, medios de transporte, mercancías, paquetes postales afectados, con objeto de prevenir la propagación de una infección y/o contaminación (OMS, 2005).

Así, la cuarentena sería la restricción de las actividades, de las personas y de los objetos que pudieran estar contaminados por la enfermedad; el aislamiento sería la segregación de los bienes contaminados o de los enfermos; a su vez, el desapego social es la limitación de las actividades cotidianas que implican a las aglomeraciones de personas, con el cierre de escuelas, la restricción de los viajes, del comercio y de la industria.

Según algunos autores, como Schuchmann *et al.* (2020), la cuarentena y el aislamiento son eficaces porque permiten identificar a las personas contaminadas o que se sospecha que lo están, localizando el lugar y la forma en que estuvieron en contacto con objetos e individuos contaminados. Si esta identificación no es posible, la medida a adoptar es la contención comunitaria para reducir al mínimo el contacto interpersonal en el lugar afectado a fin de construir la historia del ciclo de contaminación. La restricción de la comunidad adopta dos formas distintas: la horizontal (supresión) y la vertical (mitigación), siendo ésta sólo la separación de los pacientes y ciudadanos que constituyen un grupo de riesgo, y que una restricción total de la circulación de las personas, ejerciendo sólo las actividades esenciales.

Sin embargo, en Brasil, el término aislamiento se ha utilizado de manera general, considerando el aislamiento vertical como la restricción de la circulación de pacientes y personas que presentan características que constituyen un factor de riesgo en caso de contagio, con el fin de mitigar la propagación de la enfermedad; y, a su vez, el aislamiento horizontal que no hace distinciones aplicando las restricciones a todos los ciudadanos, con la parálisis total de los flujos de desplazamiento (*lockdown*).

Como se ha visto, en 2020, el brote de Covid-19 obligó a los estados

8 El Reglamento Sanitario Internacional (RSI) es un instrumento jurídico internacional vinculante para 196 países de todo el mundo, entre los que se encuentran todos los Estados Miembros de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Su propósito es ayudar a la comunidad internacional a prevenir y responder a los graves riesgos para la salud pública que pueden cruzar las fronteras y amenazar a las personas en todo el mundo.

a adoptar medidas para contener la propagación del virus. Así pues, siguiendo las directrices de la Organización Mundial de la Salud, los países deberían adoptar medidas no farmacológicas adecuadas a la realidad local, hasta que la todavía actual falta de definición de lo que sería la posibilidad farmacológica de protegerse contra el virus SARS-CoV-2.

Con tal fin, la Organización Mundial de la Salud dice (OMS, 2020):

En función de las respuestas a las tres preguntas, se asignará un nivel de riesgo (alto, intermedio o bajo). En este contexto, el riesgo es una valoración general de las consecuencias negativas que puede conllevar relajar las medidas y la capacidad de gestionárselas. El nivel de riesgo puede orientar la adaptación de las medidas de salud pública y sociales. En el marco de la pandemia de COVID-19, la identificación, la realización de pruebas de detección y el aislamiento de casos, el rastreo de contactos y la cuarentena son medidas de salud pública básicas en todas las etapas de la respuesta. De igual modo, las medidas encaminadas a garantizar la protección de los trabajadores sanitarios y los grupos vulnerables deben mantenerse. Dependiendo del nivel de riesgo, se deberán adaptar otras medidas, como las medidas comunitarias, la restricción de concentraciones multitudinarias y las medidas para reducir el riesgo de introducción del virus.

Así pues, las naciones tuvieron que adaptar las medidas sanitarias a la realidad de sus territorios para ser eficaces en la lucha contra la propagación del brote viral. Cuando la OMS anunció el brote viral de importancia internacional, el gobierno brasileño para controlar la enfermedad, a través de la Ley n. 13.979 del 6 de febrero de 2020, impuso normas de limitaciones y restricciones, disponiendo “sobre las medidas para atender la emergencia de salud pública de importancia internacional debido al virus corona responsable del brote de 2019”.

Art. 3. Para hacer frente a la emergencia de salud pública de importancia internacional debida al coronavirus, las autoridades podrán adoptar, en el ámbito de sus competencias, entre otras, las siguientes medidas: a) entrada y salida del país; b) locomoción interestatal e intermunicipal (BRASIL, 2020).

Tal indicación legal, como puede verse, era genérica y no llevó a cabo un programa de integración nacional para combatir la pandemia, generando los resultados que se perciben en la actualidad.

Ante las dificultades de separar a las personas enfermas de las sanas, especialmente dado el bajo nivel de pruebas en el país, la medida de contención comunitaria adoptada en la mayoría de las entidades federales fue el aislamiento, para garantizar la atención hospitalaria de los afectados por el virus. Por lo tanto, la reducción de la circulación de personas, bienes y

servicios en el territorio nacional ha causado la mitigación de las emisiones atmosféricas y, en consecuencia, del calentamiento global y de la contaminación atmosférica local y regional, ya que se han reducido las fuentes.

## 2.1 COVID-19 y la calidad del aire

El aislamiento resultante de la pandemia de COVID-19 restringió, además de la movilidad de personas, bienes y servicios, la parálisis de muchas actividades de producción responsables de las emisiones atmosféricas además de los GEI. Así, las emisiones de partículas (PM10 y PM2, 5), gases de azufre (SO<sub>2</sub>), nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y ozono (O<sub>3</sub>), los principales contaminantes que degradan la calidad del aire a nivel local y regional, también mostraron reducciones, contribuyendo a la mejora de la calidad del aire, en general en todo el mundo. Además, la baja circulación ha reducido los GEI que contribuyen al cambio climático dentro del marco temporal de aislamiento establecido en cada país.

Pocas no han sido las noticias en los medios de comunicación internacionales sobre la mejora de la calidad del aire en las ciudades de China y Europa, lo que ha llevado a reflexionar sobre el papel de la humanidad en el empeoramiento del medio ambiente y sobre el respeto al medio ambiente que alberga a los seres humanos.

Según Marco Hernández, los materiales particulados identificados con la sigla PM2.5 -que tienen la capacidad de entrar en el torrente sanguíneo a través de los pulmones y desencadenan problemas de salud como el cáncer, los accidentes cerebrovasculares y las enfermedades cardíacas, liberados a la atmósfera principalmente por la quema de combustible- sufrieron caídas importantes en la provincia de Hubei (China), tras la imposición de restricciones a la circulación de vehículos en cuarentena (TAMANINI, 2020).

Los “lockdowns” – suspensión completa de las actividades – realizadas en algunos países europeos como medida para contener los efectos de la nueva pandemia de coronavirus han desempeñado un papel importante en la reducción significativa de los niveles de contaminación en todo el continente, según la Agencia Espacial Europea. El órgano informó de que los niveles de dióxido de nitrógeno se redujeron en un 50% aproximadamente en algunas ciudades, coincidiendo la caída con “las rigurosas medidas de cuarentena aplicadas en toda Europa”. Las mejoras en la calidad del aire fueron más evidentes en Francia, España e Italia, países que determinaron una contención estricta durante varias semanas. París tuvo un descenso del 54% en las concentraciones de dióxido de nitrógeno al comparar el período del 13 de marzo al 13 de abril con el mismo período en 2019. Madrid, Milán y Roma registraron caídas de alrededor del 45% (CONTAMINACIÓN 2020).

En Brasil, también fue posible observar reducciones de los niveles de contaminantes y una mejora de la calidad del aire en varias capitales, como resultado de las medidas de aislamiento social. En São Paulo, por ejemplo, hubo una importante caída en los índices de monóxido de carbono, que alcanzaron los índices más bajos de la época, cayendo a 1 parte por millón frente a las 9 ppm habituales (CETESB, 2020).

Además, la CETESB también observó otras mejoras derivadas de estas restricciones en la divulgación del sitio web oficial del gobierno estatal:

Desde el 20 de marzo, la Compañía Ambiental del Estado de São Paulo (CETESB) ha registrado, en las 29 estaciones de vigilancia de la región, una buena calidad del aire para los contaminantes primarios, los emitidos directamente por las fuentes contaminantes. Además del menor número de vehículos en circulación, las condiciones de tráfico más libres y la ausencia de atascos también contribuyen a una menor emisión de contaminantes. La empresa deja claro que la calidad del aire también está fuertemente influenciada por las condiciones meteorológicas de la dispersión de los contaminantes (SÃO PAULO, 2020).

El Instituto de Medio Ambiente del Estado de Río de Janeiro (INEA) también encontró una mejora en el índice de calidad del aire entre marzo y mayo de 2020. En la región metropolitana de Río de Janeiro los niveles de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en el aire disminuyeron considerablemente, con tasas de reducción del 77% y 45% en el Distrito Industrial de Santa Cruz y Duque de Caxias, respectivamente (INEA, 2020).

Con la aplicación de las medidas de aislamiento, la FEAM verificó una mejora significativa de la calidad del aire en Belo Horizonte con una reducción de la emisión de partículas inhalables, como aduz:

Según el equipo de Gestión de Monitoreo de Calidad del Aire y Emisiones (Gesar), de Feam, la detención, restricción, suspensión y reducción de algunas actividades, con énfasis en las actividades industriales y la circulación de vehículos, contribuyó directamente a la reducción de las emisiones atmosféricas. Para verificar los niveles de estas emisiones, Gesar verificó los datos de las estaciones de Belo Horizonte, cuyo perfil de contaminación apunta al predominio de las rutas de tráfico como principal grupo de fuentes de emisión, y también de Ibirité y Betim, esta última fuertemente influenciada por la actividad industrial como principal actividad contaminante (FEAM, 2020).

En vista de estas mejoras reportadas, buscamos seguir los boletines diarios de la calidad del aire de las ciudades de Sao Paulo, Río de Janeiro y Belo Horizonte del 3 al 18 de junio de 2020, así como los boletines de las principales metrópolis internacionales como Londres, París y Nueva York.

La investigación de la calidad del aire en varias ciudades del mundo

fue hecha por el sitio web Aqinc.org,<sup>9</sup>. Para el período investigado, los boletines de estas ciudades mostraron un buen IQA durante la mayoría de los días, con algunos períodos de calidad regular.

Así pues, puede observarse que el aislamiento y la parálisis de muchas actividades resultantes de la pandemia de COVID-19 han contribuido a mejorar la calidad del aire en varias localidades y regiones.

Cabe señalar que, junto a estas contribuciones positivas, el nuevo coronavirus puede estar presente en gotitas suspendidas en el aire durante algún tiempo, como resultado del proceso de respiración de las personas contaminadas, con el potencial de contaminación de otras. Ese tiempo de suspensión del virus en el aire ha sido aún objeto de muchas discusiones e investigaciones, que apuntan varias variables para su determinación, como ambiente cerrado o abierto, temperatura, humedad, corrientes de viento y velocidad de desplazamiento de las personas contaminadas.

Pero no se puede negar que en esa época de aislamiento a causa del SARS-Cov-2, fue posible reflexionar sobre la reducción de la contaminación, o sobre cómo los humanos están interfiriendo con el medio ambiente o la conducción del tratamiento práctico o moral dado al mundo natural. Aunque todavía no se sabe con certeza por qué se inició la pandemia, la teoría central sería la transmisión de los animales salvajes a los humanos.

## 2.2 COVID-19 y el calentamiento global

Desde la identificación del virus del SARS-CoV-2 Desde la identificación del virus del SARS-CoV-2, sigla del inglés *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*, en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei en China, probablemente de un mercado de animales salvajes, en el momento llamado el nuevo coronavirus 2019, se observó su alto poder de contagio, causando la enfermedad llamada COVID-19.

El 31 de diciembre de 2019 se informó a la Organización Mundial de la Salud (OMS) de varios casos inusuales de neumonía en Wuhan, capital de la provincia china de Hubei. El 7 de enero de 2020 se identificó y confirmó un nuevo coronavirus (SARS-CoV-2), perteneciente a la misma familia que ya había causado las epidemias de SAR (*Severe Acute Respiratory Syndrome*) y del MERS (*Middle East Respiratory Syndrome*) (SILVA *et al.*, 2020, p. 3).

Según Acosta et al. (2020), la familia de los *coronaviridae* tiene cuatro géneros, pero sólo dos pueden causar enfermedades en los seres humanos

<sup>9</sup> Disponible en: <https://aqinc.org/city/>.

y éstos tienen siete cepas virales. Sin embargo, sólo cuatro cepas han estado causando enfermedades, que hoy en día causan síntomas leves, en los seres humanos. Las tres cepas más recientes han causado enfermedades con síntomas más severos y alta mortalidad: MERS-CoV, SARS-CoV-1 y actualmente el SARS-CoV-2.

La enfermedad se propagó a Europa, Asia, los Estados Unidos, Australia, América Latina y África, convirtiéndose en una pandemia de rápida transmisión, que causó muchas muertes en poco tiempo y provocó pánico en muchas regiones. Para reducir al mínimo los riesgos de contagio, las primeras directrices fueron la cuarentena y el aislamiento. Esto era para que las personas eviten el contacto, especialmente los llamados grupos de riesgo, y para las personas ya contaminadas.

Esas directrices propugnadas por la OMS y la mayoría de los infectólogos han dado lugar a una importante reducción de la movilidad de las personas, los bienes y los servicios en el planeta, contribuyendo a la parálisis de diversos medios de transporte, con la consiguiente reducción del consumo de combustibles fósiles y de la emisión de GEI.

El cierre de las fábricas y el comercio, y las restricciones de viaje para hacer frente a la propagación del virus dieron lugar a una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, el uso de combustibles fósiles, la generación de residuos y el uso de materias primas, según los cálculos de Lauri Myllyvirta, del Centro para la Energía y la Investigación del Aire Limpio (CREA) con sede en EE.UU. (OLIVEIRA; CAMPOS; SIQUEIRA, 2020).

Para reducir la transmisión del nuevo coronavirus, muchos países han cerrado sus fronteras, cancelando los vuelos internacionales y nacionales. Muchas actividades han cerrado sus puertas, generando desempleo y afectando negativamente al PIB. “Por cada mes, habrá una pérdida de aproximadamente 2% puntos en el crecimiento anual del PIB. Sólo el sector turístico se enfrenta a una disminución de la producción que puede oscilar entre el 50% y el 70%” (CHACKABORTY; PRASENJIT, 2020).

La reducción de las emisiones de GEI ya se había considerado una necesidad imperiosa para frenar el aumento del calentamiento de la Tierra, pero las diversas estrategias adoptadas en los foros internacionales no habían dado aún los resultados esperados. Lo que nadie podía imaginar es que sería la aparición de un nuevo virus que obligaría al mundo a frenar causando esa reducción, incluso con altos costos humanitarios y económicos. Sin embargo, a largo plazo puede conducir al debate sobre la eficacia de la reducción de estas emisiones con menor impacto, si se programa y se

lleva a cabo de forma coordinada y colectiva por la comunidad mundial, generando una nueva revolución en la relación con el medio ambiente, que puede tener nuevas reglas de conducta como se piensa por Taylor (1981).

Según Lauri Myllyvirta (2020), un investigador del Centro de Investigación de Energía y Aire Limpio (CREA), las emisiones de CO<sub>2</sub> de China, el mayor emisor de gases de efecto invernadero del mundo, en mayo de 2020 estaban un 6% por debajo de los niveles emitidos en mayo de 2019.

En el caso de Brasil, como ya se ha mencionado, el principal factor de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera es el cambio de uso de la tierra, en particular la deforestación ilegal en el Amazonas. En este caso, la pandemia COVID-19 no produjo efectos de reducción; por el contrario, las previsiones de los datos de deforestación en el Amazonas son de crecimiento continuo, también debido al cambio de enfoque de emergencia para la reducción de la pandemia y sus impactos en la salud.

La vigilancia de la deforestación en la Amazonía se lleva a cabo mediante un sistema de satélites llamado PRODES, que presenta sus resultados anualmente para períodos que finalizan en julio. Así pues, todavía no se dispone de datos para el período pandémico. Sin embargo, otro sistema creado para advertir sobre la deforestación y apoyar la inspección de los organismos ambientales, el DETER, también operado por el INPE, permite observar el aumento de los focos de deforestación (4.090, 28 km<sup>2</sup>) hasta mediados de julio de 2020 (INPE, 2020).

Una evaluación precisa de los efectos de la pandemia en el calentamiento de la Tierra sólo será posible con el próximo informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), que forma parte del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), previsto para 2021 y encargado de difundir información sobre los riesgos del calentamiento de la Tierra, en un último informe publicado en 2014.

### **2.3 Qué esperar en la contaminación atmosférica pospandémica**

Como se ha demostrado, en el momento de la pandemia de COVID-19, que comenzó en diciembre de 2019 y que se ha prolongado hasta el momento actual, se han celebrado muchos debates sobre la relación del ser humano con la naturaleza, la tecnología, la colectividad, la economía y otros seres humanos. Acosta y otros (2020, p. 202), por ejemplo, afirman:

La aplicación del concepto de salud planetaria hace posible los medios para un nuevo modelo de desarrollo, en el que las tendencias más llamativas están impulsadas por fuerzas de equidad, equilibrio y eficiencia, construidas con respeto a la integridad de los sistemas naturales, a la ética en la convivencia y, sobre todo, con la percepción de que el planeta y todos sus componentes -seres y sistemas- están inexorablemente interconectados y comparten un destino común.

Lo que se espera es un cambio en relación con estas cuestiones, porque la forma actual de utilizar la biodiversidad es tan exploratoria que comienza a poner en peligro la existencia humana. La esperanza es que al comprender el impacto humano en el planeta, que se puede pensar al abstenerse de actividades por este espacio de tiempo, se pueda repensar la relación naturaleza humana, porque se ha comprobado que la naturaleza puede recuperarse en ausencia de los humanos y que es posible tener una relación más ética y moral entre las partes que evocan a Taylor (1981) la necesidad de que los seres humanos piensen en comprometerse con ciertos principios normativos morales que formen reglas de conducta y parámetros de carácter para relacionarse con el mundo natural, que podrían basarse inicialmente en los principios ambientales que surgieron del Convenio de Estocolmo de 1972 y del Convenio de Río de Janeiro de 1992. No se trata de una cuestión de amor, sino de respeto a la naturaleza para que creemos responsabilidades centradas en la vida de todos los habitantes del planeta, para que la vida se mantenga en todas sus formas.

El SARS-CoV2 surge del cambio ambiental irreflexivo que, según varios autores, (PLOWRIGHT *et al.*, 2017, LIU *et al.*, 2020; XIAO *et al.*, 2020 *apud* ACOSTA *et al.*, 2020, p. 192) y hay fuertes evidencias de que el consumo de animales salvajes comenzó con el COVID-19. Porque, como afirman Acosta y otros (2020), es una enfermedad originada en los animales. Y otras enfermedades ya han surgido de este contacto, incluyendo enfermedades raras en animales como el ébola, por ejemplo, así que cuanto más cercano es el contacto entre los animales salvajes y los humanos más fácilmente circulan los agentes infecciosos.

El cambio climático también puede dar lugar a un cuadro de nuevas epidemias, ya que el derretimiento de ciertas zonas puede revivir los virus que han atacado a los seres humanos en el pasado o incluso cambiar las relaciones cíclicas de la vida que pueden traer nuevas enfermedades epidémicas.

El cambio climático altera la expresión de las pautas atmosféricas de las estaciones, y puede desplazar e incluso aumentar los períodos con condiciones climáticamente

favorables para las infecciones. El clima y el factor principal de los nichos ecológicos, determinando las áreas de distribución de las especies. El cambio climático degrada la idoneidad de los hábitats, lo que en determinadas situaciones obliga a las especies a dispersarse a nuevos lugares. El virus, debido a su condición de parásito obligatorio, se dispersa junto con la especie, lo que conlleva y aumenta el riesgo de *spillover* para nuevas áreas y otras especies (ACOSTA *et al.*, 2020, p.206).

La pandemia debe ser vista como un momento de reflexión sobre el estado del planeta. En este momento de parálisis general del mundo, para propuestas más adecuadas de relación entre los seres vivos y el medio ambiente natural.

Es hora de repensar los deberes para con los seres vivos en general, en palabras de Taylor (1981, p. 6):

We can say that the actions one performs and the character traits one develops in fulfilling these moral requirements are the way one *expresses* or *embodies* the attitude in one's conduct and character. In his famous essay, "Justice as Fairness", John Rawls describes the rules of the duties of human morality (such as fidelity, gratitude, honesty, and justice) as "forms of conduct in which recognition of others as persons is manifested." I hold that the rules of duty governing our treatment of the natural world and its inhabitants are forms of conduct in which the attitude of respect for nature is manifested.<sup>10</sup>

Esta reducción de las emisiones de GEI y de la contaminación ha mostrado la posibilidad de cambio, la cuestión es si la humanidad quiere cambiar o permanecer en el camino inconsecuente que estaba en las relaciones individuo - individuo e individuo - mundo natural. Sólo la voluntad puede generar el cambio de las normas éticas para pensar en el medio ambiente, antes de que la situación se vuelva incontrolable y pueda conducir al fin de la vida humana como se conoce hoy en día.

## CONSIDERACIONES FINALES

Uno de los principales problemas ambientales de hoy en día es el calentamiento global debido a la potenciación del efecto invernadero natural por la emisión de GEI por parte de varias actividades antrópicas, principalmente la quema de combustibles fósiles, que sigue siendo la principal fuente de la matriz energética mundial.

10 Podemos decir que las acciones que se llevan a cabo y los rasgos de carácter que se desarrollan en el cumplimiento de estos requisitos morales son la forma en que la actitud se expresa o se encarna en su conducta y carácter. En su famoso ensayo "La justicia como equidad", John Rawls describe las reglas de los deberes morales humanos (como la fidelidad, la gratitud, la honestidad y la justicia) como "formas de conducta en las que se manifiesta el reconocimiento de los demás como personas (en traducción libre)".

Los esfuerzos que han hecho los estados miembros desde Río 92 con la creación de la Convención del Clima y las reuniones anuales de los estados miembros (COP) no han tenido aún los efectos deseados para controlar el aumento de la temperatura media de la Tierra. El Protocolo de Kyoto (1997) ha fracasado y el Acuerdo de París (2015) sigue encontrando dificultades, para el incumplimiento de los principales contaminadores como los Estados Unidos, uno de los mayores emisores de GEI.

Lo que nadie se imaginaba es que un virus que apareció en China a finales de 2019, el SARS-CoV-2, más conocido como el nuevo coronavirus, patógeno de la pandemia COVID-19, sería capaz de paralizar el mundo, reduciendo muchas actividades humanas, especialmente la quema de combustibles fósiles y, por consiguiente, las emisiones de gases de efecto invernadero y demostrar que podemos reducir las emisiones a un costo que puede ser mitigado si se hace de manera programada a mediano y largo plazo, aunque en Brasil no ha habido ningún cambio, ya que las emisiones están vinculadas en particular a la deforestación ilegal en Amazonía. Según los datos del sistema de alerta DETER, los focos de deforestación han ido creciendo, incluso durante el período de la pandemia COVID-19, lo que demuestra que es necesario repensar la relación de Brasil con la Amazonía.

En lo que toca a la calidad del aire a nivel local y regional, se observan mejoras en todas las ciudades estudiadas del país y del mundo, con reducción de la concentración de los principales contaminantes, sin duda gracias a la política de aislamiento recomendada por la OMS y adoptada por la mayoría de los gobiernos nacionales. Además de reducir la quema de combustibles fósiles, la reducción de la movilidad de las personas, los bienes y los servicios ha reducido muchas actividades en la industria, el comercio y los servicios, lo que también puede repercutir en el cambio climático a mediano plazo.

Si por un lado el aislamiento causado por la pandemia ha logrado éxitos en el medio ambiente atmosférico en cuanto a la reducción de la emisión de GEI y otros contaminantes, así como en cuanto a poner de relieve la relación actual entre el hombre – mundo natural, por otro lado, causa preocupación sobre la capacidad del nuevo Coronavirus para permanecer en gotitas suspendidas en el aire y contribuir para la contaminación de la población y generar importantes impactos económicos y sociales en el tiempo que está ocurriendo. El futuro no está claro, pero es posible ver que es necesario volver a debatir la relación entre el ser humano – mundo

natural con una transición hacia nuevos principios morales, basados en una conciencia ambiental que pueda prevenir futuras epidemias y reducir los efectos del clima y basados en los principios ambientales proclamados principalmente por las principales convenciones sobre el medio ambiente o los nuevos comportamientos propuestos internacionalmente como objetivos del desarrollo sostenible (SDS).

## REFERENCIAS

ACOSTA, A. L. *et al.* Interfaces à transmissão e spillover do coronavírus entre florestas e cidades. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 34, n. 99, p. 191-208, ago. 2020. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142020000200191&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142020000200191&lng=en&nrm=iso). Acceso: 10 de octubre. 2020.

BRANCO, S. *Elementos de ciências do ambiente*. São Paulo: CETESB, 1982.

BRASIL. Lei n. 13.979, de 6 de fevereiro de 2020. Dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus responsável pelo surto de 2019. *Diário oficial da União* de 7 fevereiro de 2020. Disponible en: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/113979.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/113979.htm). Acceso: 5 de mayo. 2020.

CABIDELLI, E. FEAM participa de Conferência Internacional da Poluição do Ar. *FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente* (Minas Gerais), 29 jul. 2019. Disponible en: <http://www.feam.br/banco-de-noticias/1802-feam-participa-de-conferencia-internacional-da-poluicao-do-ar>. Acceso: 2 de julio. 2020.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Boletim da Qualidade do ar*. São Paulo: CETESB, 2020. Disponible en: <https://servicos.cetesb.sp.gov.br/qa/>. Acceso: 30 de julio. 2020.

CHAKRABORTY, L.; PRASENJIT, M. COVID-19 outbreak: migration, effects on society, global environment, and prevention. *Rev. Science of The Total Environment*, Geneva, v. 728, ago. 2020. Disponible en: <https://search.bvsalud.org/global-literature-on-novel-coronavirus-2019-ncov/resource/en/covidwho-102210>. Acceso: 30 de agosto. 2020.

CIRNE, M. B. Enfoque dogmático para o Estado de Direito Ambiental. *Veredas do Direito*, Belo Horizonte, v. 16, n. 35, p. 219-244, maio/ago. 2019. Disponible en: <http://revista.domhelder.edu.br/index.php/veredas/article/view/1584>. Acceso: 30 de agosto. 2020.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. *Resolução n. 436, de 22 de dezembro de 2011*. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007. 2011. Disponible en: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=660>. Acceso: 2 de julio. 2020.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. *Resolução n. 491, de 19 de novembro de 2018*. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. 2018. Disponible en: [https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51058895/do1-2018-11-21-resolucao-n-491-de-19-de-novembro-de-2018-51058603](https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51058895/do1-2018-11-21-resolucao-n-491-de-19-de-novembro-de-2018-51058603). Acceso: 3 de julio. 2020.

DIAS, A. A. C.; ANDRADE-NETO, A. V.; MILTÃO, M. S. R. A atmosfera terrestre: composição e estrutura. *Caderno de Física da UEFS*, Feira de Santana, v. 5, n. 1-2, p. 21-40, 2007. Disponible en: <http://dfisweb.uefs.br/caderno/vol5n12/Atmosfera.pdf>. Acceso: 3 de julio. 2020.

FEAM/MG – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DE MINAS GERAIS. *Emissão de fontes móveis*. 2020. Disponible en: <http://www.feam.br/qualidade-do-ar/emissao-de-fontes-moveis>. Acceso: 2 de julio. 2020.

FEAM/MG – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DE MINAS GERAIS. *Emissão de fontes fixas*. 2015. Disponible en: <http://www.feam.br/qualidade-do-ar/emissao-de-fontes-fixas>. Acceso: 2 de julio. 2020.

INEA/RJ – INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DO RIO DE JANEIRO. *Secretaria do Ambiente e Sustentabilidade e INEA promovem a Semana do Ambiente 2020*. Rio de Janeiro: INEA, 2020. Disponible en: <http://www.inea.rj.gov.br/secretaria-do-ambiente-e-sustentabilidade-e-inea-promovem-a-semana-do-ambiente-2020/>. Acceso: 3 de julio. 2020.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Mapa de Desmatamento – PRODES e Mapa de Avisos – DETER. *TerraBrasilis*, 2020. Disponible en: <http://terra brasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/alerts/biomes/cerrado/daily/>. Acceso: 22 de julio. 2020.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL CLIMATE CHANGE. *Climate change 2014: synthesis report*. Genève: IPCC, 2014. Disponível em: [https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_wcover.pdf](https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf). Acesso: 17 de julho. 2020.

IRENO, P. K. M. *Avaliação da rede de automonitoramento manual e classificação da qualidade do ar dos municípios do vetor norte da RMBH*. (Relatório final da Bolsa de Iniciação Científica). Belo Horizonte: FEAM, 2015. Disponível em: [http://www.feam.br/images/stories/2015/QUALIDADE\\_AR/RELAT%C3%93RIO\\_Ar\\_Vetor\\_Norte\\_RMBH\\_Editado\\_02.12.pdf](http://www.feam.br/images/stories/2015/QUALIDADE_AR/RELAT%C3%93RIO_Ar_Vetor_Norte_RMBH_Editado_02.12.pdf). Acesso: 3 de julho. 2020.

LIMA, Y. O. R.; COSTA, E. A. Regulamento Sanitário Internacional: emergências em saúde pública, medidas restritivas de liberdade e liberdades individuais. *Revista Visa em Debate – Sociedade, Ciência e Tecnologia*, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 10-18, 2015. Disponível em: [http://www6.ensp.fiocruz.br/visa/files/266-2299-2-PB\\_0.pdf](http://www6.ensp.fiocruz.br/visa/files/266-2299-2-PB_0.pdf). Acesso: 3 de julho. 2020.

MENDONÇA, F. Aquecimento global e saúde: uma perspectiva geográfica – notas introdutórias. *Terra Livre*, São Paulo, ano 19, v. I, n. 20. p. 205-221, jan./jul. 2003. Disponível em: <https://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/view/184/168>. Acesso: 3 de julho. 2020.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE DO BRASIL. *Padrões de qualidade do ar*. Brasília, DF: MMA, 2020a. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/padroes-de-qualidade-do-ar.html#:~:text=Segundo%20esta%20Resolu%C3%A7%C3%A3o%20C%20o%20padr%C3%A3o, preservados%20em%20rela%C3%A7%C3%A3o%20aos%20riscos>. Acesso: 3 de julho. 2020.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE DO BRASIL. *Conferência das Partes-COP*. Brasília, DF: MMA, 2020b. Disponível em: <https://mma.gov.br/biodiversidade/conven%C3%A7%C3%A3o-da-diversidade-biol%C3%B3gica/conferencia-das-partes.html>. Acesso: 27 de julho. 2020.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE DO BRASIL. *Poluentes atmosféricos*. Brasília, DF: MMA, 2013. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosf%C3%A9ricos.html>. Acesso: 2 de julho. 2020.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE DO BRASIL. *Efeito estufa e aquecimento global*. Brasília, DF: MMA, 2012. Disponível

en: <https://www.mma.gov.br/informma/item/195-efeito-estufa-e-aquecimento-global#:~:text=O%20efeito%20estufa%20%C3%A9%20um,Terra%2C%20promovendo%20o%20seu%20aquecimento>. Acceso: 30 de junio. 2020.

MYLLYVIRTA, L. Analysis: China's CO2 emissions surged past pre-coronavirus levels in may. *CarbonBrief*, 29 jun. 2020. Disponible en: [https://www.carbonbrief.org/analysis-chinas-co2-emissions-surged-past-pre-coronavirus-levels-in-may?utm\\_content=bufferd871f&utm\\_medium=social&utm\\_source=twitter.com&utm\\_campaign=buffer](https://www.carbonbrief.org/analysis-chinas-co2-emissions-surged-past-pre-coronavirus-levels-in-may?utm_content=bufferd871f&utm_medium=social&utm_source=twitter.com&utm_campaign=buffer). Acceso: 28 de julio. 2020.

OLIVEIRA, C. A. *Ficar em casa salva vidas? Uma estimativa dos impactos do isolamento social nos casos e nos óbitos por COVID-19 registrados no Brasil*. Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande, 2020. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Cristiano\\_Oliveira10/publication/341170789\\_Does\\_staying\\_at\\_home\\_save\\_lives\\_An\\_estimation\\_of\\_the\\_impacts\\_of\\_social\\_isolation\\_in\\_the\\_registered\\_cases\\_and\\_deaths\\_by\\_Covid-19\\_in\\_Brazil/links/5eb213b0a6fdcc7050ad5dc6/Does-staying-at-home-save-lives-An-estimation-of-the-impacts-of-social-isolation-in-the-registered-cases-and-deaths-by-Covid-19-in-Brazil.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Cristiano_Oliveira10/publication/341170789_Does_staying_at_home_save_lives_An_estimation_of_the_impacts_of_social_isolation_in_the_registered_cases_and_deaths_by_Covid-19_in_Brazil/links/5eb213b0a6fdcc7050ad5dc6/Does-staying-at-home-save-lives-An-estimation-of-the-impacts-of-social-isolation-in-the-registered-cases-and-deaths-by-Covid-19-in-Brazil.pdf). Acceso: 24 de junio. 2020.

OLIVEIRA, M. N.; CAMPOS, M. A. S.; SIQUEIRA, T. D. A. Coronavírus: globalização e seus reflexos no meio ambiente. *Boletim Informativo Unimotrisaúde em Sociogerontologia*, Manaus, v. 20 n. 14, 2020. Disponible en: <https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/BIUS/article/view/7859/5551>. Acceso: 30 de julio. 2020.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Calidad del aire y salud*. Genève: OMS, 2018. Disponible en: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health). Acceso: 24 de julio. 2020.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Criterios de salud pública para ajustar las medidas de salud pública y sociales en el contexto de la COVID-19*: anexo del documento Consideraciones relativas a los ajustes de las medidas de salud pública y sociales en el contexto de la COVID-19. Genève: OMS, 2020. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/332169>. Acceso: 3 de julio. 2020.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Reglamento Sanitario Internacional de 2005*. 3. ed. Genève: OMS, 2016. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/246186/9789243580494-spa.pdf;jsessionid=718EB342000E8A46542D42BEB2CE1E89?sequence=1>. Acceso: 25 de agosto. 2020

PARANAIBA, G. *Poluição do ar reduziu até 45% em BH durante a pandemia*. Belo Horizonte: FEAM, 2020. Disponible en: <http://www.feam.br/banco-de-noticias/1928-analise-da-feam-mostra-que-poluicao-do-ar-reduziu-ate-45-em-bh-durante-a-pandemia>. Acceso: 3 de julio. 2020.

PERES, L. V. *Análise da ocorrência dos eventos de efeitos secundários do buraco de ozônio antártico sobre o Sul do Brasil*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2008. Disponible en: <http://mtc-m16c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtcm18@80/2008/12.08.21.12/doc/Microsoft%20Word%20-%20Relat%F3rio%20Final%20PIBIC2008%20-%20Nadia-ra%20Pereira.pdf>. Acceso: 24 de junio. 2020.

POLUIÇÃO diminui 50% em países da Europa com ‘lockdowns’ por coronavírus. *UOL Notícias*, 16 abr. 2020. Disponible en: <https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2020/04/16/poluicao-diminui-50-em-alguns-paises-da-europa.htm>. Acceso: 27 de julio. 2020.

REI, F. C. F.; GONÇALVES, A. F.; SOUZA, L. P. Acordo de Paris: reflexões e desafios para o regime internacional de mudanças climáticas. *Veredas do Direito*, Belo Horizonte, v. 14, n. 29, p. 81-99, maio/ago. 2017. Disponible en: <http://revista.domhelder.edu.br/index.php/veredas/article/view/996/0>. Acceso: 2 de julio. 2020.

RIO DE JANEIRO (Cidade). Secretaria Municipal de Meio Ambiente. *Boletim da Qualidade do Ar*. 30 jul. 2020. Disponible en: <http://jeap.rio.rj.gov.br/je-metinfosmac/boletim>. Acceso: 30 de julio. 2020.

SÃO PAULO (Estado). COVID-19: Cetesb constata diminuição da poluição em SP durante a quarentena. *Portal do Governo*, 1 abr. 2020. Disponible en: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/ultimas-noticias/covid-19-cetesb-constata-diminuicao-da-poluicao-em-sp-durante-a-quarentena/>. Acceso: 3 de julio. 2020.

SCHUCHMANN, A. Z. *et al.* Isolamento social vertical X Isolamento social horizontal: os dilemas sanitários e sociais no enfrentamento da pandemia de COVID-19. *Braz. J. Hea. Rev.*, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 3556-3576,

mar./abr. 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.34119/bjhrv3n2-185>. Acceso: 30 de agosto. 2020.

SILVA, C. M. *et al.* A pandemia de COVID-19: vivendo no antropoceno. *Revista Virtual de Química*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 1-16, jul. 2020. Disponible en: <http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/RVq070720-a8.pdf>. Acceso: 23 de julio. 2020.

TAMANINI, M. Os impactos da pandemia do Coronavírus na qualidade do ar. *Tecmundo*, 26 abr. 2020. Disponible en: <https://www.tecmundo.com.br/ciencia/152463-coronavirus-impactos-pandemia-qualidade-ar.htm>. Acceso: 17 de julio. 2020.

TAYLOR, P. W. *The ethics of respect for nature*, 1981 Disponible en: <https://rintintin.colorado.edu/~vancecd/phil308/Taylor.pdf>. Acceso: 23 de julio. 2020.

UCHÔA, S. B. B.; UCHÔA, B. B. Coronavírus (COVID-19): um exame constitucional e ético das medidas previstas na Lei n. 13.979, de 6 de fevereiro de 2020. *Cadernos de Prospecção*, Salvador, v. 13, n. 2, ed. esp., p. 441-458, abr. 2020. Disponible en: <https://portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/view/36163/20967>. Acceso: 23 de julio. 2020.

UFJF – UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. Pandemia e meio ambiente: impactos momentâneos ou nova normalidade? *UFJF Notícias*, 24 abr. 2020. Disponible en: <https://www2.ufjf.br/noticias/2020/04/24/pandemia-e-meio-ambiente-impactos-momentaneos-ou-nova-normalidade/>. Acceso em: 9 nov. 2020.

VALLERO, D. *Fundamentals of air pollution*. 4. ed. Amsterdam: Elsevier, 2008.

Artículo recibido el: 18/09/2020.

Artículo aceptado el: 24/11/2020.

### **Cómo citar este artículo (ABNT):**

RIBEIRO, J. C. J.; CUSTÓDIO, M. M.; PRAÇA, D. H. P. Covid-19: reflexiones sobre sus impactos en la calidad del aire y en los cambios climáticos. *Veredas do Direito*, Belo Horizonte, v. 17, n. 39, p. 259-290, sep./dic. 2020. Disponible en: <http://www.domhelder.edu.br/revista/index.php/veredas/article/view/1960>. Acceso: día de mes. año.