



ESCOLA DE MAGISTRATURA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

ANTROPOCENO: A ATIVIDADE HUMANA MARCANDO ÉPOCA GEOLÓGICA?

Altair José Zandoná

Rio de Janeiro  
2017

ALTAIR JOSÉ ZANDONÁ

ANTROPOCENO: A ATIVIDADE HUMANA MARCANDO ÉPOCA GEOLÓGICA?

Artigo apresentado como exigência de conclusão do Curso de Especialização em Direito Ambiental, pós-graduação *lato sensu* da Escola de Magistratura do Estado do Rio de Janeiro. Professora Orientadora: Maria Carolina Cancellata de Amorim

Rio de Janeiro  
2017

## ANTROPOCENO: A ATIVIDADE HUMANA MARCANDO ÉPOCA GEOLÓGICA?

Altair José Zandoná

Graduado em Geologia pela Universidade Federal do Paraná, em Direito pela Universidade Estácio de Sá, concluiu o MBA executivo pela Universidade Federal do Rio de Janeiro no Instituto de Pós-graduação e Pesquisa em Administração.

**Resumo** - A atividade humana, principalmente a partir da segunda metade do século XX, está contribuindo para a extinção em massa de espécies e provocando uma crise da biodiversidade no sistema planetário. Alguns cientistas afirmam que parte do aquecimento global, ocorrido a partir de 1880, é devido à ação humana; outros consideram que as radiações emitidas por bombas atômicas, a partir de 16 de julho de 1945, deixaram marcas nos estratos geológicos em escala mundial, o que leva geocientistas a considerar a possibilidade de incluir na Escala Geológica de Tempo, uma nova Época, o Antropoceno, marcada pela ação humana no planeta terra; outros cientistas, porém, consideram que a ação antropogênica é desprezível frente às forças destrutivas e ao mesmo tempo regeneradoras da natureza.

**Palavras-chave** - Atividade Antropogênica. Aquecimento Global. Extinção de Espécies. Escala de Tempo Geológico. Sustentabilidade.

**Sumário** - Introdução. 1. As grandes extinções de espécies na história geológica da terra e suas causas. 2. Antropoceno: a busca de evidências geológicas das ações antropogênicas na alteração dos sistemas naturais da Terra. 3. Avanços e recuos nas medidas tomadas para manter a sustentabilidade do Planeta Terra. Conclusão. Referências.

### INTRODUÇÃO

O trabalho aborda as atividades humanas no planeta terra como indutoras da extinção em massa de espécies, bem como responsáveis por parte do aquecimento global ocorrido a partir da era industrial, enquanto que os geocientistas procuram evidências nos estratos geológicos, como as deixadas por radiações atômicas, que justifiquem a criação de uma nova época geológica, marcada pela ação antropogênica, o Antropoceno.

Um considerável número de cientistas, porém, minimiza a força da ação antropogênica como causadora das mudanças dos principais sistemas terrestres.

A importância deste estudo reside no fato de que, independente da corrente científica ou política adotada, ações urgentes devem ser tomadas para manter o planeta sustentável para as presentes e futuras gerações.

Este trabalho segue a metodologia científica com pesquisa bibliográfica e os problemas são analisados em três capítulos.

O primeiro capítulo aborda as cinco grandes extinções de espécies ocorridas ao longo da história geológica da terra, desde o surgimento da vida no planeta e as suas causas. Estas cinco mega-extinções ocorreram no Ordoviciano, Devoniano, Permiano, Triássico e Cretáceo. As maiores extinções de espécies ocorreram no Permiano; 90% das espécies aquáticas e 70% das terrestres desapareceram em um espaço de tempo de poucas dezenas de milhões de anos.

Glaciações, terremotos, erupções vulcânicas, queda de meteoros provocaram e ainda podem provocar, em conjunto ou isoladamente, mudanças climáticas que levaram a perdas substanciais da biodiversidade.

O segundo capítulo enfoca as consequências das ações humanas sobre o planeta e as marcas deixadas nos estratos geológicos, passíveis de marcar uma nova época geológica, o Antropoceno.

As alterações climáticas causadas pelas crescentes emissões de gases causadores do efeito estufa e a perda da integridade da biosfera podem ser atribuídas, por muitos, às atividades antropogênicas, principalmente a partir de meados do século XX, época denominada Grande Aceleração, a ponto de alguns geocientistas considerarem a proposição de uma nova época na Escala de Tempo Geológico da Terra, chamada Antropoceno.

Outros estudiosos negam os efeitos deletérios das atividades humanas e atribuem os enormes progressos da humanidade à evolução da ciência e da tecnologia, que permitiram a melhora das condições de vida humana no planeta, a despeito das grandes desigualdades existentes hoje entre as nações.

O terceiro capítulo enfoca as ações e medidas que os governantes, a sociedade civil organizada e os cientistas estão tomando para manter a sustentabilidade das espécies sobre o planeta terra.

Destaca os esforços de alguns cientistas em acompanhar, por meio de indicadores, as alterações dos sistemas da terra provocadas pelas atividades antropogênicas.

Apointa o esforço da Organização das Nações Unidas (ONU), que desde 1972, reúne mais de 130 países, em conferências para estabelecer metas de reduções de emissões e compromissos climáticos, levando em conta os direitos humanos e a sustentabilidade do planeta, visando ao bem-estar das gerações presentes e futuras.

Entretanto, muitos cientistas contestam a capacidade humana de alterar os padrões planetários e sugerem que as nações se concentrem localmente onde os efeitos negativos da ação humana se fazem sentir.

## 1. AS GRANDES EXTINÇÕES DE ESPÉCIES NA HISTÓRIA GEOLÓGICA DA TERRA E SUAS CAUSAS

Hoje são comuns as notícias sobre desastres ambientais, como inundações, aquecimento global, degelo, desertificação, desmatamento, acidificação dos oceanos, extinção de espécies, contaminação do solo e das águas por agrotóxicos, emissões de dióxido de carbono - CO<sub>2</sub> e metano - CH<sub>4</sub>.

Grandelle<sup>1</sup> aponta que “os fenômenos extremos não apenas continuarão em 2017, como dão a entender que o aquecimento dos oceanos pode ser mais pronunciado do que se acredita”, citando dados de temperatura, CO<sub>2</sub>, gelo, nível do mar, aquecimento e extremos, do novo boletim das Organização Meteorológica Mundial (OMM), de 2017:

2016 foi o ano mais quente registrado, com cerca de 1,1 °C acima do período pré-industrial; há mais de 400 partes por milhão (ppm) de dióxido de carbono. O ideal seria menos de 350 ppm; a extensão do gelo marinho está 4 milhões de quilômetros quadrados abaixo da média; entre 2015 e 2016, por causa do El Niño, o nível do mar subiu e atingiu novos recordes; o aquecimento dos oceanos foi o segundo maior registrado, causando o branqueamento dos corais; secas e inundações severas desalojaram centenas de milhares de pessoas.

Diversos desastres naturais ocorreram, até meados de setembro de 2017, como o terremoto de 8,1 graus na escala Richter, no México, com 65 mortos; o Furacão Harvey, no Texas, com 71 mortos; o Furacão Irma, que atingiu o Caribe e a Flórida, além dos furacões Katia e José. Batista<sup>2</sup> descreve a devastação do Furacão Irma, o maior do Atlântico, de Categoria 5, que deixou pelo menos 38 mortos em ilhas caribenhas e, nos EUA, sete mortos, mais de seis milhões de pessoas deslocadas preventivamente e bilhões de dólares de prejuízos.

Kolbert<sup>3</sup>, falando da extinção em massa em curso, aponta que “os anfíbios desfrutam da distinção dúbia de ser a classe mais ameaçada do mundo animal” e enumera vários outros em situação análoga: “estima-se que um terço de todos os recifes de corais, um terço de todos os moluscos de água doce, um terço dos tubarões, um quarto dos mamíferos, um quinto de todos os reptéis e um sexto de todas as aves estão a caminho do desaparecimento”.

Neste capítulo, França<sup>4</sup> descreve didaticamente o surgimento da vida no Planeta Terra, as mudanças climáticas por que passou o planeta e as evidências paleontológicas das cinco

---

<sup>1</sup> GRANDELLE, Renato. Sem tempo para tomar fôlego. *O Globo*, Rio de Janeiro, p. 35, 22 mar. 2017.

<sup>2</sup> BATISTA, Henrique Gomes. Alívio na Flórida e desespero no Caribe. *O Globo*, Rio de Janeiro, mundo, p. 30-31, 12 set. 2017.

<sup>3</sup> KOLBERT, Elizabeth. *A sexta extinção: uma história não natural*. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2015, p. 27.

<sup>4</sup> FRANÇA, Almério Barros. *Planeta terra: um lugar perigoso para se viver*. Rio de Janeiro: CRV, 2016, p. 45-293.

grandes extinções em massas das espécies, que ocorreram nos períodos geológicos Ordoviciano, Devoniano, Permiano, Triássico e Cretáceo, dentre outras menores.

A terra foi formada há cerca de 4,54 bilhões de anos, pelo acúmulo de poeira cósmica, gases e rochas incandescentes. Não há oxigênio na atmosfera como não há vida na terra, só gases ricos em enxofre, provenientes de erupções vulcânicas.

A vida no planeta surge há cerca de 3,9 bilhões de anos, com o desenvolvimento de seres unicelulares, como os estromatólitos formados por bactérias cianofíceas, que obtém hidrogênio da água, utilizando-o como energia alimentar e liberando o oxigênio. A proteção que estes organismos possuíam e ainda possuem até hoje contra os raios ultravioletas é dado por polímeros de carboidratos, chamados exopolissacarídios ou EPS.

Estes organismos vivem em habitats extremos, geralmente com alta salinidade, como em Sharck Bay Austrália, Laguna Figueroa no México e Lagoa Vermelha no Estado do Rio de Janeiro, ou em altas temperaturas, como no Parque Yellowstone, nos Estados Unidos.

A primeira glaciação ocorreu há 2,2 bilhões de anos e se originou da drástica alteração da composição da atmosfera. O teor de oxigênio produzido pelas cianobactérias sobe rapidamente e altera drasticamente a composição da terra, esfriando o planeta e permitindo a formação de geleiras.

No período entre 2,2 bilhões de anos e 542 milhões de anos, no Proterozoico, o oxigênio está livre na atmosfera. Aparecem os seres multicelulares de configuração simples como as algas e esponjas, de reprodução sexuada.

A grande explosão de vida na terra ocorreu no Período<sup>5</sup> Cambriano, iniciado em 542 milhões de anos e que durou cerca de 40 milhões de anos. A atmosfera do planeta está com cerca de 5 mil ppm de gás carbônico e permaneceu assim por bilhões de anos. Nos dias atuais, a atmosfera tem cerca de 389 ppm de CO<sub>2</sub>, quase 13 vezes menos. A vida explodiu nos mares do Cambriano. Antes disso, não havia biodiversidade na terra. Praticamente todos os seres vivos descendem de algum animal surgido neste período. São deste período os primeiros registros fósseis de trilobitas, braquiópodes e equinodermos. A fauna de Burges, do Parque Nacional de Yoho nas Montanhas Rochosas na Colúmbia Britânica, no Canadá, é a mais preservada.

No Período Ordoviciano, o segundo da era Paleozoica, do grego “vida antiga”, houve uma proliferação de espécies e de número de organismos, entre eles os peixes, a maioria vivendo em mares rasos, nas bordas dos continentes. No fim do Período Ordoviciano ocorreu

---

<sup>5</sup> Período é uma subdivisão de uma Era na Escala de Tempo Geológica da Terra; e Época, uma subdivisão de um Período.

uma glaciação, que durou 500 mil anos. Os níveis dos mares caíram rapidamente provocando a primeira grande extinção da história da terra, a segunda em importância, em que 60% dos invertebrados marinhos desapareceram, incluindo dois terços dos braquiópodes e briozoários. As causas da glaciação ainda são incertas. O teor de CO<sub>2</sub>, caiu de mais de 4 mil para cerca de 3 mil ppm, muito acima dos valores de hoje, em um ambiente de menor quantidade de energia solar, o que teria desencadeado o período glacial.

O Período Siluriano, entre 444 e 419 milhões de anos, foi marcado pelo aparecimento de plantas vasculares nas áreas costeiras. Ocorreu também o ressurgimento de inúmeras espécies de recifes. O período terminou calmamente em sua passagem para o Devoniano.

O Período Devoniano, que durou de 419 a 359 milhões de anos atrás, foi um período de grande desenvolvimento dos peixes e recifes de corais. Também surgiram as primeiras plantas em terra firme. No Período Devoniano ocorreu, porém, a segunda grande extinção de espécies marinhas e a primeira da vida terrestre. Sabe-se pouco, entretanto, sobre as causas da grande extinção devoniana, mas a grande subida do nível do mar provocando anóxia em ambientes com vida florescente é apontada como a causa mais importante. Folhelhos pretos ricos em matéria orgânica, geradores de petróleo, são encontrados no Brasil na Formação Barreirinhas, na Bacia Amazônica.

Outro fenômeno causador da mortandade no fim do Devoniano foi o início de nova era glacial. Estima-se que o teor de CO<sub>2</sub> caiu de 15 vezes o valor dos dias atuais para 5 vezes mais alto que os 389 de hoje. A temperatura caiu de 30°C para cerca de 5°C, afetando a vida acostumada a climas quentes. O Gondwana, formado por um único continente, que engloba a América do Sul, África, Índia, Antártica e Austrália, avança em direção aos continentes equatoriais, fechando o oceano entre eles.

O Período Carbonífero, o mais longo da Era Paleozoica, entre 359 e 299 milhões de anos atrás, é conhecido como a “Era das Plantas”. Também foi neste período que a vida nos continentes se firmou. Os grandes depósitos de carvão da Europa e Estados Unidos, que possibilitaram as revoluções industriais, foram formados neste período.

O Período Permiano, entre 299 e 252 milhões de anos atrás, apesar de ter sido curto foi catastrófico, com uma enorme glaciação, iniciada no Período Carbonífero, seguida da maior atividade vulcânica do planeta, o que foi fatal para cerca de 90% das espécies vivas que deixaram registros fósseis, constituindo-se na terceira grande extinção de espécies na Terra.

No Brasil está o maior registro desta glaciação gondwânica, na Bacia do Paraná, com sedimentos com mais de 1.200 metros de espessura. Outros registros importantes na Bacia do

Paraná são os folhelhos<sup>6</sup> pirobotuminosos, intercalados com calcários ricos em fósseis de Mesossauros, explorados pela Petrobras na Usina de Xisto em São Mateus.

A maioria dos paleontólogos acredita que a grande extinção não ocorreu de forma abrupta, mas ao longo de milhares de anos, culminando com um evento catastrófico de atividade vulcânica que aconteceu na Sibéria, com erupções de enormes quantidades de lava e cinzas vulcânicas, durante 600 mil anos. Os efeitos deste vulcanismo foram devastadores; o dióxido de carbono emitido pelos vulcões se transforma em ácido sulfúrico, que forma um aerossol de sulfato e impede a radiação solar provocando uma brusca queda de temperatura.

Para melhor entendimento do Permiano, França<sup>7</sup> faz um paralelo com eventos recentes:

a maior erupção no século XX, a de Pinatubo nas Filipinas, em 1991, durou 12 dias e lançou dez km cúbicos de lava e nuvens de cinzas abaixando a temperatura global em 0,5°C. Na Islândia, aconteceu a maior atividade vulcânica presenciada pelo homem. Entre 1783 e 1784, cerca de doze km cúbicos de lava foram acrescentados à ilha. Gases venenosos liquidaram com toda a plantação, pastagem e a maioria dos animais. Nuvens de cinzas provocaram uma queda de 1°C na temperatura global.

O Triássico, entre 252 e 202 milhões de anos atrás, é o primeiro da Era Mesozoica, em grego “meio da vida”. Neste período, quando todos os continentes estavam juntos formando a Pangeia, ocorreu um grande vulcanismo, iniciando um processo de ruptura dos continentes, o que pode ser a causa da extinção, a quarta, de quase a metade da vida no planeta.

Este foi também um período de grandes mudanças e rejuvenescimento da vida. O que marca o Triássico é o início da evolução dos répteis, que culminou com o surgimento dos dinossauros e outros com características de mamíferos.

O Período Jurássico, entre 201 e 145 milhões de anos atrás, é considerado o mais fascinante dos períodos geológicos. Foi neste período que o supercontinente Pangea se partiu formando, no Norte, a Laurásia, que mais tarde se partiu formando a América do Norte e a Eurásia; no Sul, restou o Gondwana, um continente que depois se dividiu formando a América do Sul, a África, a Antártica, a Índia e a Austrália.

No Jurássico, a biodiversidade foi favorecida pelo clima quente, úmido e o teor de gás carbônico na atmosfera era em torno de 400 ppm. Proliferavam dinossauros de todos os tipos, mamíferos, répteis voadores, florestas imensas, grandes pântanos e regiões desérticas, cujos fósseis são muito abundantes nos continentes atuais.

Dois grandes desertos foram formados neste período, um na América do Norte e outro na América do Sul. Os arenitos Botucatu, que cobrem quase todo o Paraná e ocorrem em todos

---

<sup>6</sup> Folhelhos, calcários e arenitos, são tipos de rochas sedimentares; além dessas, ocorrem na Terra rochas ígneas ou magmáticas e rochas metamórficas; os meteoritos são fragmentos de rochas de origem sideral.

<sup>7</sup> FRANÇA, op. cit., p. 232.



os estados das regiões central e sul do Brasil, além de partes do Paraguai, Uruguai e Argentina, formam o aquífero Guarani um dos maiores aquíferos do mundo.

No Período Cretáceo, entre 145 e 65 milhões de anos atrás, o clima foi quente e úmido, com teor médio de gás carbônico na atmosfera em torno de 600 ppm, com picos de 2.000 ppm, devido a vulcanismos da época. O nível do mar era alto, cerca de 200 metros acima do nível atual. Os continentes continuam a se separar, adquirindo a atual fisiografia. No Brasil grandes depósitos de carbonatos microbiais foram depositados quando a América do Sul e a África estavam se separando, dando origem às grandes reservas de petróleo do Pré-sal.

A vida no Cretáceo foi marcada pela presença de dinossauros, pelo surgimento dos primeiros pássaros e das plantas com flores e frutos. No Brasil encontram-se fósseis de répteis voadores na Chapada do Araripe. Na Argentina encontra-se o maior de todos os dinossauros, o *Argentinosaurus*, com mais de 90 toneladas. A grande extinção em massa do fim do Cretáceo, a quinta, eliminou cerca de 70 a 80% de todas as espécies vivas da terra. Grande parte da mortandade dos dinossauros na América do Norte se deu pelo desaparecimento do grande lago interiorano e pelas alterações ambientais que isso acarretou.

Na década de 1980, o geólogo Walter Alvarez avança a teoria do impacto de um corpo celeste com a Terra na península de Yucatán no México para explicar o desaparecimento súbito das espécies. Uma estrutura de impacto com cerca de 160 km de diâmetro e 10 km de profundidade foi localizada e datada de 65 milhões de anos, denominada Cratera Chicxulub. Uma camada com alta concentração de irídio, raríssimo na crosta terrestre e comum em meteorito, foi encontrada sobreposta às evidências da mortandade.

O impacto teria matado dinossauros, primeiro pelo próprio choque e pelo tsunami que teria se espalhado pelo globo e depois pelas chuvas ácidas que teriam destruído a vida vegetal, os animais herbívoros e, em seguida, os carnívoros.

A história da vida no planeta terra mostra longos períodos sem qualquer evento e períodos de “revoluções na face da Terra”, diz Elizabeth Kolbert<sup>8</sup> e conclui: “O que a história nos revela, com seus altos e baixos, é que a vida é muito resiliente, mas não dura para sempre”.

As causas das grandes catástrofes são variadas: glaciação no caso da extinção do fim do Ordoviciano, aquecimento global e mudanças químicas dos oceanos no fim do Permiano, e impacto de asteroide no final do Cretáceo. A subida do nível do mar no Devoniano e a ruptura dos continentes no Triássico têm causas ainda desconhecidas.

Mas a natureza sempre se regenera.

---

<sup>8</sup> KOLBERT, op. cit., p. 275-276.

## 2. ANTROPOCENO: A BUSCA DE EVIDÊNCIAS GEOLÓGICAS DAS AÇÕES ANTROPOGÊNICAS NA ALTERAÇÃO DOS SISTEMAS NATURAIS DA TERRA

David Wake e Vance Vrenderburg<sup>9</sup>, em um artigo intitulado "Será que estamos no meio da sexta extinção em massa? Uma visão do mundo dos anfíbios", observaram que houve "cinco grandes extinções em massa ao longo da história da vida em nosso planeta" que levaram "a uma perda profunda de biodiversidade"; e alertaram que "uma espécie daninha alcançou sem querer a capacidade de afetar diretamente seu próprio destino, bem como o da maioria das espécies do planeta".

Este capítulo é dedicado ao ser humano, em sua longa linha evolutiva até os dias de hoje quando domina e modifica grande parte do Planeta Terra.

A Era Cenozoica, conhecida como a era dos mamíferos, na descrição de França<sup>10</sup>, subdivide-se em dois períodos Paleógeno e Neógeno. O Paleógeno durou 43 milhões de anos, entre 66 e 23 milhões de anos atrás e se subdivide em três Épocas: Paleoceno, Eoceno e Oligoceno, enquanto o Neógeno, entre 23 e 2,6 milhões de anos atrás, subdivide-se em duas épocas Mioceno e Plioceno, quando surgem os primeiros ancestrais humanos.

O clima da Terra no início da Era Cenozoica era quente e úmido, sem calotas polares e o nível do mar muito alto; a concentração de gás carbônico na atmosfera, em torno de 800 ppm.

Na passagem do Paleoceno para o Eoceno, cerca de 55 milhões de anos atrás, a Terra enfrentou o clima mais quente da Era Cenozoica, fenômeno chamado PETM, sigla em inglês de Máximo Termal do Paleoceno-Eoceno. A temperatura média dos oceanos subiu cerca de 6 graus Celcius, devido a um súbito aumento dos gases de efeito estufa na atmosfera, principalmente dióxido de carbono - CO<sub>2</sub> e metano - CH<sub>4</sub>.

França<sup>11</sup> explica a composição dos gases que provocam o efeito estufa:

recentemente, tem se sugerido que o vulcanismo submarino da Noruega-Shetland aqueceu a água marinha o suficiente para derreter hidratos de gás na plataforma continental, liberando quantidades incalculáveis de metano para atmosfera terrestre. Dentre os gases que provocam o efeito estufa, o metano é o segundo mais impactante. É mais impactante que o dióxido de carbono, no entanto, a sua permanência na atmosfera é de apenas dez anos, comparado às centenas de anos de permanência do CO<sub>2</sub>. Vale lembrar que vapor d'água é o gás que causa maior impacto, sendo responsável por mais de 95% do efeito estufa.

O aquecimento provocado durante o PETM foi benéfico para a vida, com ampliação da distribuição das plantas e, conseqüentemente dos herbívoros que dominavam o planeta na

<sup>9</sup> WAKE e VRENDENBURG apud KOLBERT, *ibid.*, p. 15-17.

<sup>10</sup> FRANÇA, *op. cit.*, p. 309-356.

<sup>11</sup> *Ibid.*, p. 314.

época. Os fósseis desta época registram o surgimento de mamíferos como alce, antas, morcegos, elefantes, camelos, bovinos, baleias e muitos primatas. Alguns grupos de organismos, no entanto, foram extintos com o aquecimento, dentre eles os foraminíferos bentônicos, que perderam cerca de 35 a 50% de suas espécies.

Na passagem do Eoceno para o Oligoceno, há 34 milhões de anos atrás, deu-se a formação de geleiras da Antártida. A deterioração climática provocou a última extinção em massa da vida na Terra. Muitos organismos marinhos desapareceram, como as baleias denticuladas e, em terra, cerca de 25% dos mamíferos “arcaicos” foram extintos.

O Neógeno, entre 23 e 2,6 milhões de anos atrás, é o segundo período da Era Cenozoica. Subdivide-se em duas épocas, Mioceno e Plioceno. Durante o Mioceno, o teor médio de gás carbônico foi de 400 e 500 ppm e a Terra continuava a esfriar. As alterações climáticas no Mioceno podem estar relacionadas à tectônica de placas, muito ativa, na época provocando alterações nas correntes marinhas.

Foi há cerca de 6 milhões de anos que surgem os primeiros hominídeos, cujos restos fósseis foram encontrados no Chade - *Sahelantropus tchadensis*, como o ancestral mais antigo na árvore familiar humana. Restos fossilizados de *Australopithecus afarensis*, datados de 3,7 milhões de anos podem ser os primeiros antecedentes do gênero *Homo*.

O Período Quaternário é subdividido em duas épocas: Pleistoceno, que durou de 2,6 milhões de anos até 11.700 anos atrás, quando se iniciou o Holoceno que permanece até hoje.

No Pleistoceno, a tendência de esfriamento continua, com oscilações de mais de 20 ciclos glaciais e interglaciais, o que favoreceu o gigantismo na evolução dos mamíferos, como ursos, leões, tatus, preguiças-gigante e elefantes. Mas a evolução mais importante ocorreu entre os hominídeos.

Os fósseis mais antigos de *Homo sapiens* foram encontrados na África e datam de 190 mil anos. Hoje, essa espécie está presente em todos os continentes.

Desde 28 mil anos atrás o *Homo sapiens* é a única espécie remanescente dos *homos*, quando o *H. neanderthaliensis* foi extinto. Os homens modernos “substituíram” os homens arcaicos, uma maneira delicada de dizer que provocaram sua extinção, mas deixaram rastros em seu DNA, pois “todos os não africanos, desde os nativos de Nova Guiné aos franceses e aos chineses da etnia Han, carregam entre 1% a 4% do DNA dos homens de Neandertal<sup>12</sup>”.

Há 18 mil anos a terra estava no auge da era glacial, conhecido como o Último Máximo Glacial, ou LGM, na sigla inglesa, com o nível do mar 150 metros abaixo do nível atual.

---

<sup>12</sup> KOLBERT, op. cit., p. 257.

Praticamente todos os continentes estavam interligados por terra. Pela rota do Estreito de Bering chegaram os primeiros colonizadores da América do Norte; e via istmo do Panamá, na América do Sul, há 12 mil anos ou mais.

Pondera Warren Dean<sup>13</sup> que “a América do Sul foi o último continente descoberto pelos homens e sua residência de 400 gerações foi breve, comparada com as 1.600 gerações de manejadores de fogo na Austrália e as 4.000 gerações da África”.

Há cerca de 13 mil anos atrás a última glaciação chegara ao fim e as temperaturas subiram. A tendência de aumento na temperatura continuou estabilizando-se logo depois e praticamente se manteve até os dias atuais, no que é conhecido como o Ótimo Holoceno. Segundo a descrição de França<sup>14</sup>,

esta anomalia climática é a grande responsável pelo início e desenvolvimento da civilização como conhecemos hoje. A estabilização do clima com estações bem definidas, possibilitou ao homem deixar de ser nômade, caçador e coletor, e fixar-se, inventando a agricultura e a domesticação de animais selvagens, o que mudaria para sempre a história da humanidade. Tudo começa há cerca de dez mil anos atrás na Mesopotâmia, na região de Anatólia, onde fica o Iraque e a Turquia.

Steven Mithen<sup>15</sup> descreve o mesmo evento assim: “logo depois de 10.000 a.C. houve um assombroso surto de aquecimento global que pôs fim à era do gelo e introduziu o mundo do Holoceno, em que vivemos hoje”, e “que mudou o curso da história humana”.

Algumas forças de mudanças ocorreram, afirma o autor, o aquecimento global foi uma; o crescimento do número de seres humanos foi outra, agora livres da alta mortandade impostas pelas secas e pelo frio glacial; um terceiro fator comum foi a identidade de espécie. Todas as pessoas eram membros do *Homo sapiens*, dotados de um tipo de mente insaciável e criativa que possibilitou às pessoas colonizarem, inventarem, resolverem problemas e criarem novas crenças religiosas e estilos de arte.

Em 5.000 a.C. muita gente vivia da agricultura. Novos tipos de animais e plantas, espécies domesticadas, haviam aparecido; os camponeses habitavam aldeias e cidadezinhas permanentes, e sustentavam artesões especializados, sacerdotes e chefes, descreve o autor, e conclui: “na verdade, pouco diferiam de nós; cruzara-se o Rubicão da história - de um estilo de vida de caça e coleta para o da agricultura”.

Não foi a primeira vez que o planeta passou por aquecimento global, prossegue o autor. Nossos ancestrais e parentes - *Homo erectus*, *H. heidelbergensis* e *Homo neanderthalensis* -

<sup>13</sup> DEAN, Warren. *A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira*. São Paulo: Companhia das Letras, 1996, p. 41.

<sup>14</sup> FRANÇA, op. cit., p. 380-381.

<sup>15</sup> MITHEN, Steven. *Depois do gelo: uma história humana global 20000-5000 a.C.* Rio de Janeiro: Imago, 2005, p. 18.

havia atravessado períodos equivalentes de mudança de clima quando o planeta ia e vinha de eras de gelo a cada 100 mil anos. Tampouco foi a última. “No início do século XX d.C., o aquecimento global começou de novo e hoje continua a toda. Mais uma vez criam-se novos tipos de plantas e animais, desta vez por meio da engenharia genética intencional”.

Mithen<sup>16</sup> evoca a “circularidade da história” ao falar de aquecimento global, pois

agricultura e indústria, produtos de uma história ocasionada pelo aquecimento global, agora são as causas de um novo aquecimento global que já teve considerável impacto sobre o mundo e vai condicionar a história futura da humanidade. O desflorestamento em massa e a queima de combustíveis fósseis aumentaram o nível de gases de efeito estufa e o planeta Terra se torna mais quente do que pretende a natureza.

Kenitiro Suguio<sup>17</sup>, geólogo brasileiro, encabeça uma lista de 27 signatários da “carta aberta de cientistas brasileiros”, endereçada ao Ministro da Ciência e Tecnologia e Inovação, com o título: “a fraude do aquecimento global de origem antropogênica”. Nela os signatários afirmam que “não há evidências físicas da influência humana no clima global”, tendo em vista que as temperaturas médias globais aumentaram 0,85 °C no período de 1880-2012, enquanto o nível do mar subiu 0,19 m entre 1901 e 2010.

O estudo de mudanças climáticas do passado histórico e geológico, paleoclimas, constituem a base sólida para as projeções futuras. Os últimos 800 mil anos, dentro do Período Quaternário, têm sido marcados por uma sucessão de períodos glaciais, com duração de 90-100 mil anos e interglaciais, com duração média de 10-12 mil anos. “De forma significativa, pelo menos os três interglaciais anteriores foram mais quentes que o atual, e não há qualquer evidência de que este possa deixar de ser sucedido por nova glaciação”.

A explicação mais aceita sobre os fatores causadores dessa dinâmica se baseia em alterações de parâmetros orbitais terrestres que variam ciclicamente, com mudanças na inclinação do eixo de rotação e na forma da órbita terrestre ao redor do Sol. Portanto, concluem os signatários, “é evidente que o homem é incapaz de causar qualquer ínfima influência nos fatores e forças cósmicas que a regem”.

Jan Zalasiewicz<sup>18</sup>, estratígrafo da Universidade de Leichester, acredita que “a mudança climática - em si mesma um agente motriz da extinção - também deixará vestígios geológicos, bem como as partículas radioativas, as monoculturas e a acidificação dos oceanos”. Por todas essas razões, ele acredita que “ingressamos numa nova época sem análogos na história da Terra. Do ponto de vista geológico, trata-se de um episódio extraordinário”. Zalasiewicz é o presidente

---

<sup>16</sup> MITHEN, *ibid.*, p. 540.

<sup>17</sup> SUGUIO, Kenitiro et al. *Carta aberta de cientistas brasileiros: a fraude do aquecimento global de origem antropogênica*. São Paulo: Resistir, p. 2-6, abr. 2015.

<sup>18</sup> ZALASIEWICZ apud KOLBERT, *op. cit.*, p. 116-119.

de um grupo de trabalho criado pela Comissão Internacional de Estratigrafia (ICS), da União Internacional de Ciências da Terra (IUGS), para avaliar a proposta formal de inclusão na escala geológica de uma nova Época, o Antropoceno, marcada pela ação humana no planeta terra.

O termo “Antropoceno” foi proposto por Paul Crutzen<sup>19</sup>, um químico holandês que compartilhou o Premio Nobel pela descoberta dos efeitos das substâncias depletivas de ozônio. Crutzen escreveu sua ideia num breve ensaio, “Geologia da espécie humana”, publicado na revista *Nature*, citando a atividade humana transformou algo entre um terço e a metade da superfície terrestre do planeta, os rios represados, as fábricas de fertilizantes, a atividade pesqueira e a utilização da metade do escoamento de água doce de fácil acesso.

Thomas Fateuer<sup>20</sup>, filósofo e ativista alemão, pondera sobre os riscos, pois

há uma mudança climática, efeito de intervenção humana, mas que ainda se diverge sobre o tamanho do perigo. O derretimento de calotas, por exemplo, pode afetar correntes, mas também pode provocar resfriamento. A Embrapa diz que a cana de açúcar ganha com mudanças climáticas. Os vinicultores europeus preveem que será bom para eles. Cientistas russos veem mais vantagens que desvantagens... Mas, é claro, é melhor não experimentar.

Jan Zalasiewicz e Colin Waters<sup>21</sup> apresentaram durante o 35º Congresso Internacional de Geologia na Cidade do Cabo, África do Sul, em 27/08/2016, os últimos resultados da busca por marcas deixada pela Humanidade no planeta, que podem ser os “tecnofósseis”, resíduos de plástico, concreto, alumínio elemental e outros materiais acumulados nos depósitos sedimentares e nos oceanos do planeta. Outros registros são as fuligens e as cinzas da queima de combustíveis encontradas em sedimentos ou acumuladas no gelo das regiões polares a partir do século XVIII. E ainda os elementos radiativos espalhados globalmente com a primeira bomba atômica em 16 de julho de 1945, bem como as dezenas de testes nucleares realizadas nas décadas seguintes e, mais recentemente, os testes nucleares e balísticos do ditador Norte-coreano King Jong-un.

O Presidente do Grupo de Trabalho de Antropoceno, Zalasiewicz, estima que serão necessários mais três anos para coletar evidências ao redor do mundo para vencer a resistência da ICS a adotar o Antropoceno como uma unidade oficial da Escala de Tempo Geológico. Não será uma tarefa fácil, tendo em vista os muitos opositores desta iniciativa, dentre eles, o próprio Presidente da Comissão de Estratigrafia, Stanley Finney<sup>22</sup>, que trata essa busca como “errônea”.

<sup>19</sup> CRUTZEN apud KOLBERT, id., p. 116.

<sup>20</sup> FATHEUER, Thomas. No atual modelo, mais eficiência é menos economia. *O Globo*, Rio de Janeiro, conte algo que não sei, p. 2, 16 nov. 2016..

<sup>21</sup> ZALASIEWICZ e WATERS apud BAIMA, Cesar. A aurora do Antropoceno, a era dos humanos. *O Globo*, Rio de Janeiro, 16 jan. 2015.

<sup>22</sup> FINNEY, Stanley apud BAIMA, Cesar. A aurora do “Antropoceno”, a era dos humanos. *O Globo*, Rio de Janeiro, 16 jan. 2015.

Desde o seu surgimento, o *Homo sapiens* tem se mostrado uma força dominadora de todo o Planeta Terra. No curto espaço de sua existência, ele deixou marcas de sua passagem, ao usar sua inteligência para construir um ambiente de bem-estar para a sua espécie, em detrimento de outras, criando a agricultura, construindo cidades e impérios, dominando o átomo e a biotecnologia, mas também deixou rastros de destruição e de poluição nos sedimentos que podem ser mensurados ou não em escala de tempo geológico.

### 3. AVANÇOS E RECUOS NAS MEDIDAS TOMADAS PARA MANTER A SUSTENTABILIDADE DO PLANETA TERRA

Este capítulo pretende abordar as ações que os cientistas e os políticos estão tomando para reduzir as consequências das atividades antropogênicas, no sentido de preservar o planeta para as presentes e futuras gerações. Os cientistas, bem como os políticos têm visões diferentes sobre o tema.

Steffen<sup>23</sup> e outros relatam em um artigo no *Anthropocene Review* que os cientistas do Programa Internacional Geosfera-Biosfera (IGBP, sigla em Inglês) criaram durante o período de 1999 a 2003, 24 gráficos, 12 das atividades humanas e 12 dos principais componentes ambientais do chamado “Sistema Terra”, a soma dos processos físicos, químicos e biológicos do planeta, para ilustrar as alterações provocadas pelo Homem desde o início da Revolução industrial, em 1750 até o ano de 2000.

Mudanças dramáticas ocorreram a partir de 1950, cujo fenômeno passou a ser identificado como “Grande Aceleração”. “No tempo de uma única vida a Humanidade se tornou uma força geológica em escala planetária”, diz Steffen, que, em conjunto com os signatários do artigo, atualizou os dados até o ano de 2010.

Sugiuo<sup>24</sup> e outros afirmam que a influência humana no clima fica restrito às áreas Urbanas e seus entornos, sendo esses impactos muito localizados e sem influência planetária; e que todos os prognósticos de elevações exageradas das temperaturas e dos níveis do mar, em décadas futuras se baseiam em projeções de modelos matemáticos, que constituem apenas simplificações limitadas do sistema climático; e, concluem que “tais prognósticos não devem ser usados para fundamentar políticas públicas e estratégicas de longo alcance”.

---

<sup>23</sup> STEFFEN et al. *The trajectory of the Anthropocene: The Grate Acceleration*. The Anthropocene Review. Stockolm, p. 1-18, 19 jan. 2015.

<sup>24</sup> SUGUIO, op. cit., p. 2-6.

Afirmam que “a obsessão com o CO<sub>2</sub> desvia as atenções das emergências e prioridades ambientais reais, como a indisponibilidade de sistemas de saneamento básico, que é, de longe, o maior problema ambiental do planeta e do próprio Brasil”.

Os governantes de mais de 130 países, desde 1972, em Estocolmo, se reúnem regularmente em conferências da ONU sobre mudanças climáticas, sendo as mais recentes a de Paris 2015 e a de Marrakesh 2016, para traçar diretrizes e metas a fim de limitar o aquecimento global a 1,5° Celcius em relação aos níveis pré-industriais, visando a comprometer cada nação signatária a fazer a sua parte no esforço de tornar sustentável a vida no planeta.

Este compromisso foi assumido no Acordo do Clima de Paris, durante a COP-21 por 192 países, mais a União Europeia e a Autoridade Palestina, e ratificado por Barak Obama, dos EUA e por Xi Jinping<sup>25</sup>, da China em 03/09/2016.

Reportagem de O GLOBO<sup>26</sup> informe a que em novembro de 2016, na COP 22, no Marrocos, as negociações foram afetadas pela eleição de Donald Trump, autodeclarado cético em relação às mudanças climáticas. Desde então, a Casa Branca começou a desmontar a política ambiental de Barak Obama, permitindo a volta da exploração do carvão e de novos projetos de petróleo em áreas de proteção ambiental, além de inviabilizar o funcionamento de sua agência de proteção ambiental - *United States Environmental Protection Agency* (EPA) - com cortes orçamentários.

Em 1º de junho de 2017, o Presidente Donald Trump<sup>27</sup> anuncia a saída dos Estados Unidos da América do Acordo do Clima de Paris. Trump argumentou toda a sua decisão em termos econômicos, afirmando que “precisará de toda a fonte de energia possível” para crescer 3% a 4% ao ano e não somente 1% ao ano possível com energia limpa.

A meta dos EUA no Acordo de Paris era cortar de 26 a 28% as emissões de gases de efeito estufa até 2025, tendo como base o volume de emissões de 2005, de 376 gigatoneladas de emissões de CO<sub>2</sub> acumuladas. A China se propôs a cortar 60 a 65% por unidade do PIB até 2030, em relação aos níveis de 2005, de 175 gigatoneladas acumuladas.

As reações foram imediatas e contundentes contra Trump. Líderes globais manifestaram-se contrários à posição de Trump e internamente também, por seus assessores, e pelo menos quatro estados – Califórnia, Nova York, Oregon e Washington – e cerca de 70 grandes cidades anunciaram que vão ficar fiéis à proposta do acordo climático de Paris.

---

<sup>25</sup> MATSSUURA, Sérgio, EUA e China contra o aquecimento. *O Globo*, Rio de Janeiro, sociedade, p. 47, 04 set. 2016.

<sup>26</sup> O GLOBO. *Acordo sobre clima tem novo encontro*. Rio de Janeiro, sociedade, p. 18, 08 mai. 2017.

<sup>27</sup> TRUMP, Donald apud BATISTA, Henrique Gomes. Trump contra o mundo. *O Globo*, Rio de Janeiro, sociedade, p. 26, 02 jun. 2017.



O Brasil também está se afastando dos compromissos de clima assumidos em Paris e firmados em 12/09/2016, de redução de emissões de carbono em 37% até 2025 e em 40% até 2030, de 13 gigatoneladas de CO<sub>2</sub> acumuladas até 2005. Astrini<sup>28</sup> noticia que “uma dobradinha política entre Temer e a bancada ruralista está fazendo com que uma série de projetos extremamente danosos ao meio ambiente avance em ritmo acelerado”, tais como:

as tentativas de enfraquecimento das regras de licenciamento ambiental e de dispositivos de proteção das florestas e seus habitantes, como a eliminação ou diminuição de unidades de conservação e o ataque aos direitos indígenas e seus territórios (...) facilitações para o registro e uso de agrotóxicos, inclusive alguns altamente tóxicos; a liberação da venda de terras para estrangeiros; a extinção do conceito de uso social da terra; a retirada de direitos dos trabalhadores rurais e o avanço sobre estoques de terras públicas e de alto valor de conservação, entre outras.

As ações propostas pelos acordos internacionais são de implementação voluntária, não tendo previsão de sanções em caso de descumprimento. Além disso, a imprevisibilidade dos cenários futuros e as pressões internas dos países signatários levam os políticos a não se comprometerem com as metas assumidas. Steven Mithen<sup>29</sup> supõe que “a extensão e impactos previstos do aquecimento global podem estar inteiramente errados”, e conclui: “nossos políticos podem criar a vontade e os meios de conter a poluição, distribuir os recursos com justiça para todo o mundo, proporcionar novas casas para pessoas deslocadas e preservar o mundo natural. Podem fazer tudo isso. Mas provavelmente não o farão”.

A história geológica mostrou a resiliência da natureza, sempre se regenerando das grandes catástrofes. Harari<sup>30</sup> diz que o que muitos chamam de “destruição da natureza”, na verdade, não é destruição, é transformação. A natureza não pode ser destruída. Há 65 milhões de anos, um asteroide exterminou os dinossauros, mas ao fazer isso abriu caminho para os mamíferos. E conclui que “ainda assim os rumores sobre nossa própria extinção são prematuros”. Desde a Revolução Industrial, a população mundial tem florescido como nunca. Em 1700, o mundo abrigava cerca de 700 milhões de humanos. Em 1800, 950 milhões. Em 1900, quase dobrara para 1,6 bilhão. E, em 2000, esse número quadruplicou. Hoje, falta pouco para se chegar aos 7 bilhões de *sapiens*.

Como a natureza, a humanidade sempre encontrou e encontrará formas de adaptação para sua sobrevivência. Kolbert<sup>31</sup> informa que alguns cientistas sérios argumentam que, caso o aquecimento global se torne uma ameaça grave demais, pode-se reagir reestruturando a atmosfera, espalhando sulfato na atmosfera para refletir a luz do sol de volta para o espaço. Se

<sup>28</sup> ASTRINI, Marcio. Longe do acordo do clima. *O Globo*, Rio de Janeiro, p. 15, 09 jun. 2017.

<sup>29</sup> MITHEN, op. cit., p. 543.

<sup>30</sup> HARARI Yuval Noah. *Sapiens: uma história breve da humanidade*. 19. ed. Porto Alegre: L&PM, 2017, p. 236.

<sup>31</sup> KOLBRET, op. cit., p. 278.

nada disso funcionar, há quem defenda a mudança para outro planeta, lua ou outro satélite qualquer. “Não se preocupem. Enquanto continuarmos explorando, a humanidade sobreviverá”.

Enquanto isso, o Planeta Terra segue o seu curso inexorável no tempo geológico. Suas placas tectônicas continuam se afastando ou colidindo entre si, causando terremotos, vulcanismos e tsunamis, mudando o clima e a paisagem terrestre, eliminando indivíduos e espécies e criando novas formas de vida adaptadas. As placas tectônicas da Pangeia, continente único existente no Paleozoico, que começaram a se afastar há mais de 200 milhões de anos, poderão se encontrar daqui a cerca de 200 milhões de anos, formando um novo supercontinente, a Pangeia II, como os geocientistas, preveem, com ou sem a presença humana.

## CONCLUSÃO

A vida no planeta terra começou há cerca de 3,9 bilhões de anos atrás com o desenvolvimento de seres unicelulares, os estromatólitos, formados por bactérias cianofíceas, que obtiveram hidrogênio da água, utilizando-o como energia alimentar e liberando o oxigênio. A grande explosão da vida ocorreu há cerca de 500 milhões de anos atrás por meio do desenvolvimento de seres multicelulares, quando os seres vivos se apoderaram do oxigênio presente no ar, aumentando em quantidade e em número de espécies.

Cinco grandes catástrofes, causadas por glaciações, aquecimento global e mudanças químicas dos oceanos ou impacto de asteroide, ocorreram nos períodos Ordoviciano, Devoniano, Permiano, Triássico e Cretáceo provocando extinções em massa das espécies, mas criando condições para o aparecimento de outras, entre elas o *Homo sapiens*, cujos ancestrais datam de 6 milhões de anos atrás.

A grande mudança na vida humana ocorreu por volta de 12 mil de anos atrás, quando houve um grande aquecimento global, elevando a temperatura terrestre aos níveis atuais, pondo fim a última glaciação, o que favoreceu a fixação do homem na terra, a invenção da agricultura, a domesticação de animais selvagens, a construção de cidades e a criação da cultura humana.

O desenvolvimento científico e as revoluções industriais, a partir do ano de 1750, proporcionaram ao homem o conhecimento das leis naturais, o domínio da natureza, do solo, do átomo e a manipulação genética, utilizados para proporcionar bem-estar ao enorme contingente de seres humanos que passaram a habitar o Planeta Terra, principalmente a partir de 1950, período chamado de Grande Aceleração.

Alguns geocientistas entendem que está em curso uma nova Época Geológica, o Antropoceno, marcada pela ação humana no planeta. Eles esperam coletar evidências nas camadas geológicas em nível mundial para propor formalmente à Comissão Internacional de Estratigrafia (ICS), da União Internacional de Ciências da Terra (IUGS), este novo marco geológico, que poderia ter como início a explosão da primeira bomba nuclear em 16 de julho de 1945. Outros geocientistas resistem à iniciativa.

A questão do aquecimento global antropogênico continua sendo um tema muito debatido e controverso, colando em choque grupos que defendem a necessidade de o homem tomar ações urgentes de conservação, em oposição a outros grupos que entendem que a ação antropogênica não tem nenhuma influência nas mudanças climáticas.

Representantes de governos, das sociedades organizadas e de empresas estão empenhados em assegurar o desenvolvimento econômico, social e cultural sustentável para a presente e para as futuras gerações, por meio de ações locais ou por acordos internacionais, como o de Paris 2015, firmado por 192 nações, mais a União Europeia e a Autoridade Palestina. O anúncio da retirada dos EUA do Acordo do Clima de Paris, pelo Presidente Donald Trump, em 1º de junho de 2017, provocou uma reação muito forte interna e externamente aos EUA, indicando que este tema ainda irá gerar muita controvérsia.

A atividade antropogênica pode não ser considerada uma força de mudança suficiente para provocar sozinho impacto de alcance planetário, como o aquecimento global, diante das tremendas forças resilientes da natureza ao longo do tempo geológico, mas, localmente e no curto espaço de décadas ou séculos, a capacidade criativa e destrutiva dos humanos poderá se exacerbar, provocando transformações nos ecossistemas, redefinindo linhas evolutivas de espécies e produzindo instrumentos capazes de salvar ou destruir indivíduos ou espécies inteiras, dentre eles, os de sua própria espécie, os *Homo sapiens*.

O Planeta Terra seguirá sua trajetória geológica inexorável, com as suas placas tectônicas se chocando ou se afastando, independentemente da vontade humana. Cabe ao homem adaptar-se às condições de vida na Terra, ou fora dela, usando sua engenhosidade para sobreviver, como tem feito nestas últimas épocas geológicas.

Em sua passagem pela terra, qual será a marca que a humanidade quer deixar no registro do tempo geológico, a da destruição do meio ambiente ou a da construção harmônica de sociedades éticas, sustentáveis e justas?

É hora de decidir.

## REFERÊNCIAS

- ASTRINI, Marcio. Longe do acordo do clima. *O Globo*, Rio de Janeiro, p. 15, 09 jun. 2017.
- BAIMA, Cesar. A aurora do Antropoceno, a era dos humanos. *O Globo*, Rio de Janeiro, 16 jan. 2015. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/a-aurora-do-antropoceno-era-dos-humanos-15065680>>. Acesso: em 12 set. 2016.
- BATISTA, Henrique Gomes. Alívio na Flórida e desespero no Caribe. *O Globo*, Rio de Janeiro, mundo, p. 30-31, 12 set. 2017.
- \_\_\_\_\_. Trump contra o mundo. *O Globo*, Rio de Janeiro, sociedade, p. 26, 02 jun. 2017.
- DEAN, Warren. *A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira*. São Paulo: Companhia das Letras, 2013.
- FATHEUER, Thomas. No atual modelo, mais eficiência é menos economia. *O Globo*, Rio de Janeiro, conte algo que não sei, p. 2, 16 nov. 2016.
- FRANÇA, Almério Barros. *Planeta terra: um lugar perigoso para se viver*. Rio de Janeiro: CRV, 2016.
- GRANDELLE, Renato. Sem tempo para tomar fôlego. *O Globo*, Rio de Janeiro, sociedade, p. 35, 22 mar. 2017.
- HARARI, Yuval Noah. *Sapiens: uma história breve da humanidade*. 19. ed. Porto Alegre: L&PM, 2017.
- KOLBERT, Elizabeth. *A sexta extinção: uma história não natural*. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2015.
- MATSSUURA, Sérgio. EUA e China contra o aquecimento. *O Globo*, Rio de Janeiro, sociedade, p. 47, 04 set. 2016.
- MITHEN, Steven. *Depois do gelo: uma história humana global 20000-5000 a.C.* Rio de Janeiro: Imago, 2007.
- O GLOBO. *Acordo sobre clima tem novo encontro*. Rio de Janeiro, sociedade, p. 18, 08 mai. 2017.
- STEFFEN et al. *The trajectory of the Anthropocene: The Grate Acceleration*. The Anthropocene Review. Stockolm, p. 1-18, 19 jan. 2015.
- SUGUIO, Kenitiro et al. *Carta aberta de cientistas brasileiros: a fraude do aquecimento global de origem antropogênica*. Disponível em <<http://resistir.info/>>. Acesso em: 10 fev. 2017. São Paulo: Resistir, abr. 2015.