Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

JOSÉ REYNALDO BASTOS DA SILVA

DIREITO AMBIENTAL E GEOLOGIA: A NECESSÁRIA TRANSVERSALIDADE EM TEMPO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Assis/SP
2020

Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

JOSÉ REYNALDO BASTOS DA SILVA

DIREITO AMBIENTAL E GEOLOGIA: A NECESSÁRIA TRANSVERSALIDADE EM TEMPO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Projeto de pesquisa apresentado ao curso de Direito do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito parcial à obtenção do Certificado de Conclusão.

Orientando: José Reynaldo Bastos da Silva
Orientadora: Gisele Spera Máximo

Assis/SP
2020

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, José Reynaldo Bastos da.
Direito ambiental e geologia: a necessária transversalidade em tempo de mudanças climáticas / José Reynaldo Bastos da Silva. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA – Assis, 2020.
70 p.

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Jusnaturalismo democrático.

CDD:
Biblioteca da FEMA

DIREITO AMBIENTAL E GEOLOGIA: A NECESSÁRIA TRANSVERSALIDADE EM TEMPO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

JOSÉ REYNALDO BASTOS DA SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, avaliado pela seguinte comissão examinadora:

Orientadora: _____

Gisele Spera Máximo

Examinador: _____

Luiz Antonio Ramalho Zanoti

Assis/SP
2020

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho *in memoriam* de minha mãe Nadir, meu pai João e meu irmão João Renato (especialmente este que sempre me incentivou ao curso do Direito); à minha irmã Sonia, que muito me apoiou; e àquelas que sentiram minha ausência no seio da família durante esta graduação: minha esposa Viviani, minhas filhas Raísa, Raína e Rafaela, bem como à minha primeira neta, Yara, fonte de inspiração à criatividade científica nesta obra que marca meu resgate para um novo tempo de vida profissional e social.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, FONTE DE TODAS AS CIÊNCIAS;

À MINHA QUERIDA ORIENTADORA, GISELE, FONTE DE MINHA DEDICAÇÃO;

AO MEU EXAMINADOR, ZANOTI, FONTE DE MINHA OBSTINAÇÃO.

Na unidade orgânica, cada elemento tem “sua função própria, mas nenhuma destas se desenvolve como atividade bastante de per si; cada parte só existe e tem significado em razão do todo em que se estrutura e a que serve” (REALE, 1994, p.7) – assim se apresenta a transversalidade necessária do Direito com a Geologia.

RESUMO

A pesquisa visa apontar subsídios técnicos e científicos através de um estudo sobre mudanças climáticas fundamentado teoricamente na Geologia, considerando seus diferentes e contraditórios aspectos em relação ao Direito e criando espaços para um diálogo bilateral visando racional prática através do Direito Ambiental na vida das pessoas. Numa dimensão didática, necessariamente transversal entre ambas as ciências originárias – Geologia e Direito, também contemplará uma abordagem epistemológica dos objetos do conhecimento de uma com a da outra; aquela natural esta social aplicada, ambas imbricadas no Direito Ambiental.

Também contribuirá, dialeticamente, para esclarecer a diferença entre mudanças climáticas e aquecimento global para uma melhor aplicação da norma jurídica.

Aliada ao desenvolvimento sustentável proporá uma visão jusnaturalista, agora democrática ou democratizada, frente às demandas sociais e econômicas da humanidade ainda em tempo da globalização.

Adotando o método científico da pesquisa descritiva a partir do acervo bibliográfico disponível e da crítica peculiar à interpretação das ciências em geral, do Direito e da Geologia em particular, concluir com a proposição de um novo modelo de desenvolvimento sustentável para a humanidade sob os ditames da justiça social e do jusnaturalismo democratizado e adaptado à atualidade, agregando valor científico ao Direito Ambiental.

Palavras-chave: Direito Ambiental, Geologia, mudanças climáticas, desenvolvimento sustentável, jusnaturalismo democrático.

ABSTRACT

The research aims to point out technical and scientific subsidies through a study on climate change theoretically based on Geology, considering its different and contradictory aspects in relation to Law and creating spaces for a bilateral dialogue aiming at rational practice through Environmental Law in people's lives. In a didactic dimension, necessarily transversal between both original sciences - Geology and Law, it will also contemplate an epistemological approach to the objects of knowledge of each other; that natural is applied social, both imbricated in Environmental Law.
It will also contribute, dialectically, to clarify the difference between climate change and global warming for a better application of the legal norm.
Combined with sustainable development, it will propose a jusnaturalist vision, now democratic or democratized, in the face of the social and economic demands of humanity still in the time of globalization.
Adopting the scientific method of descriptive research based on the available bibliographic collection and the criticism peculiar to the interpretation of sciences in general, Law and Geology in particular, conclude with the proposal of a new model of sustainable development for humanity under the dictates of social justice and democratized jusnaturalism adapted to the present, adding scientific value to Environmental Law.

Key-words: Environmental Law, Geology, climate change, sustainable development, democratic justice naturalism.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Diagrama inter-relacional.....16

Figura 2: Quadro das variações climáticas terrestres 22

Figura 3: Urso polar norte 24

Figura 4: Geleiras 25

Figura 5: Desertificação 25

Figura 6: Calota de gelo 25

Figura 7: Mar de *Aral* 26

Figura 8: Lago *Powell* 26

Figura 9: Geleiras do *Alaska* 27

Figura 10: Ciclos de *Milankovitch* 30

Figura 11: Gráfico de variações estimadas 31

Figura 12: Ilustração da alternância entre modos 31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Síntese dos ciclos do clima.....32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-CONCEITUAL 14
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 22
4. CONCLUSÃO 43
5. REFERÊNCIAS 45
6. GLOSSÁRIO 50
7. APÊNDICE 68

1. INTRODUÇÃO

A presente pesquisa enfoca o tema inédito da transversalidade necessária do Direito Ambiental com a Geologia em sintonia com as mudanças climáticas e propõe tal conjugação científica para aprimorar o desenvolvimento sustentável.

Pela importância econômica e social que apresenta como arcabouço à implantação de atividades laborais para a humanidade durante todo o século XXI e talvez até mesmo para todo o Terceiro Milênio, o meio ambiente terrestre vem se convertendo numa matéria prima de exploração desenfreada sob a égide política do “capitalismo selvagem”.

Assim que o ser humano passou a viver em sociedade, desde os primórdios da civilização e depois, quando promoveu a dicotomia entre o mundo da natureza e o mundo da cultura, a natureza passou a ser mero objeto de negociação comercial.

Porém, por ser o valor, motivo e razão da conduta mercantil, induzindo assim a uma tomada de posição axiológica perante o fato constatado, sobreveio a normatividade sopesando-o justamente.

Destarte, a Teoria Tridimensional do Direito muito bem se aplica ao assunto em tela, porém com a correta observância de que deve haver “apenas um predomínio ou prevalência de sentido, e não uma tripartição rígida e hermética de campos de pesquisa” (REALE, 1999, p. 510); no caso, Direito Ambiental e Geologia.

E, com esta, a obrigatoriedade do comportamento ético da humanidade em sociedade.

A moral, na escala individual e a ética na escala social corroboram no Direito, a ciência do “dever ser” que impõe regras comportamentais à sociedade civil pela sua essência de imperatividade, coercibilidade e bilateralidade atributiva (no foco do presente trabalho, aqui entenda-se o meio ambiente e o seu usuário predador, o ser humano).

Por este estudo, no tripé interativo – fato, valor e norma, já de antemão, no plano ambiental insta salientar que, para o valor incomensurável da vida não há fato que justifique tamanha grandeza e deve sempre haver norma justa à sua preservação, que perpassa pelo controle do meio ambiente.

A vida e sua preservação é o valor máximo, sempre interligada ao fato das coisas a seu favor e à norma atributiva deste valor, numa implicação dialética que lhe garanta

efetividade, materialidade e autoria responsável ou nitidamente responsabilizável por um normativo justo.

Partindo do estado da arte atual do Direito Ambiental vis-à-vis a Geologia, buscando promover a transversalidade objetiva entre ambas as ciências e os avanços possíveis para melhorar a qualidade de vida sobre a Terra, se desenvolverá o presente estudo.

A partir desta introdução, esta pesquisa se estruturará, nos próximos capítulos, apresentando os objetivos, os pressupostos, a hipótese aventada, o método com o material utilizado, evoluindo para a fundamentação teórico-conceitual, os resultados obtidos e discutidos criticamente para concluir apontando novos paradigmas ao pensamento contemporâneo segundo uma construtiva articulação científica entre o Direito e a Geologia pelo campo especializado do Direito Ambiental.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-CONCEITUAL

Em se tratando de um assunto novo, quiçá inusitado, mister se faz necessário o conceito teórico de cada elemento basilar componente do tema em apreço. Assim se sucede:

2.1. DIREITO AMBIENTAL:

Antunes (2014, p. 5) conceitua o Direito Ambiental como a vida humana, que necessita de recursos ambientais (fato); a necessidade de estabelecer novos comandos e regras para tratamento do dano causado ao meio ambiente (norma); e, a norma ambiental como reflexo do mundo ético das preocupações com a necessidade de sobrevivência do ser humano e da manutenção da qualidade do meio ambiente (valor).

Milaré (2014, p. 256) se refere a Direito do Ambiente, e o define como “disciplina jurídica dotada de um conjunto de princípios e normas que buscam reger um relacionamento equilibrado do homem com a natureza, regulando toda atividade que direta ou indiretamente, possa causar dano ao meio ambiente”.

Anteriormente, na fase de consolidação do Direito Ambiental brasileiro, o mesmo Milaré (2001, p. 109), assim o definiu: “é o complexo de princípios e normas coercitivas reguladoras das atividades humanas que, direta ou indiretamente, possam afetar a sanidade do ambiente em sua dimensão global, visando à sua sustentabilidade para as presentes e futuras gerações”.

Granziera (2014, p. 6) afirma:

> O Direito Ambiental, assim, constitui o conjunto de regras jurídicas de direito público que norteiam as atividades humanas, ora impondo limites, ora induzindo comportamentos por meio de instrumentos econômicos, com o objetivo de garantir que essas atividades não causem danos ao meio ambiente, impondo-se a responsabilização e as consequentes sanções aos transgressores dessas normas.

A definição de Direito Ambiental, advinda da pesquisa bibliográfica realizada e com maior aderência ao tema proposto para este trabalho, apresentou-se com referência de autoria desconhecida. O anônimo autor engendrou pensamento que coincidiu *ipsis litteris* com o pensamento na concepção do presente trabalho, assim o encontrando expresso na *internet, in verbis:*

> Direito Ambiental é a área do conhecimento jurídico que estuda as interações do homem com a natureza e os mecanismos legais para proteção do meio ambiente. É uma ciência holística que estabelece relações intrínsecas e transdisciplinares entre campos diversos, como antropologia, biologia, ciências sociais, engenharia, **geologia** (grifo meu) e os princípios fundamentais do direito internacional, dentre outros.

2.2. GEOLOGIA:

Ao “pé da letra”, Geologia é o estudo da Terra. Terra com T (maiúsculo) para significar o Planeta Terra, desde sua origem e toda a evolução que se sucedeu até o tempo presente.

Na dinâmica interna, através de processos naturais ou fenômenos intrínsecos que ocorreram afetando sua estrutura física e química em seus componentes geocêntricos que vão da superfície às profundezas.

Tais componentes permitem uma subdivisão simplificada, à medida que se aprofunda, em crosta, manto e núcleo terrestre.

Na dinâmica externa, através de processos naturais ou fenômenos extrínsecos que ocorreram afetando sua estrutura física e química ao nível da superfície terrestre.

Tais fenômenos superficiais foram ocasionados pelas interrelações com os elementos básicos e fundamentais ocorrentes neste nível, que são o clima, o solo, a rocha e a água.

Estes elementos físicos e químicos constituem o que atualmente se chama, no meio científico, de “geodiversidade” ou patrimônio geológico.

Tão importante quanto a biodiversidade; constituída pela vida, vegetal e animal, neste se incluindo a pessoa humana.

A Geologia, como todas as ciências, se especializou conforme as demandas da sociedade e diversificou suas aplicações práticas. Dentre estas, para uma convergência lógica e afinidade precípua com o Direito Ambiental, conformou-se a Geologia Ambiental.

A figura 1 a seguir ilustra as inter-relações da Geologia Ambiental e ciências afins, tendo o Direito na primeira linha do retângulo abaixo.

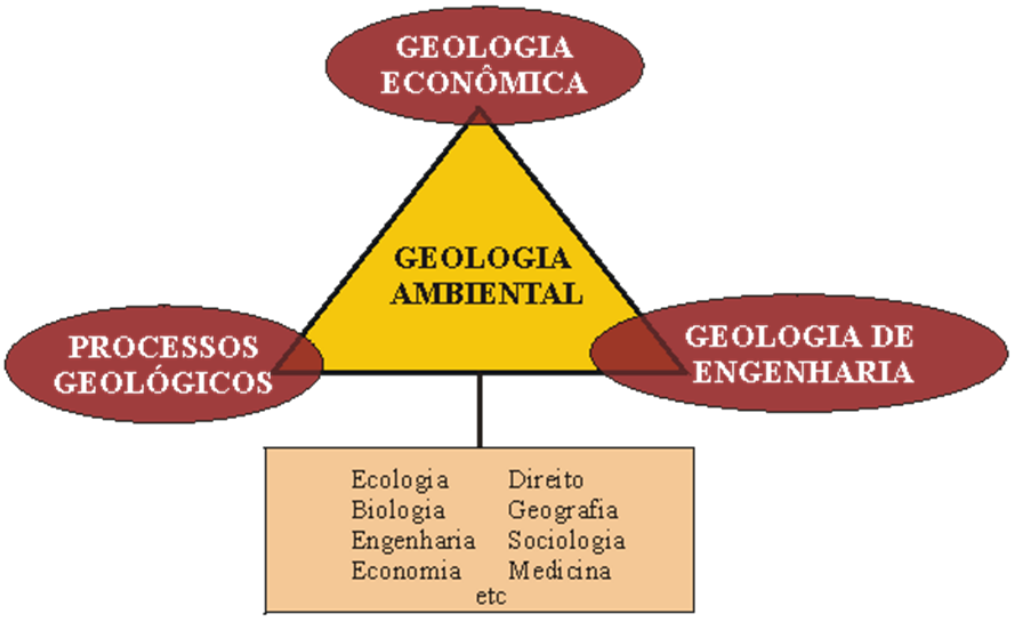


Figura 1: Diagrama inter-relacional da Geologia Ambiental com ciências afins, em destaque o Direito. Fonte: Unesp, Rio Claro (2020). Modificada de Coates, 1981.

Destarte, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, empresa pública vinculada ao Ministério de Minas e Energia, com as atribuições de Serviço Geológico do Brasil, assim define esta nova ciência derivada da clássica Geologia:

"Geologia Ambiental é o estudo da Geologia aplicada ao meio ambiente, buscando investigar os problemas geológicos decorrentes da relação entre o homem e a superfície terrestre." (CPRM, 2020).

Apropriado se torna a insurgência antrópica neste conceito, a relação entre o homem e a superfície terrestre. E aí surge a primeira indagação teórico-conceitual: teria o homem suficiência e potência a interferir nos fenômenos naturais ao ponto de provocar mudanças impactantes do meio ambiente na escala planetária? É o principal desafio a enfrentar nesta acepção científica preliminar a que se propõe o presente trabalho.

No ponto de vista conceitual da Geologia Ambiental e sua interface com o Direito Ambiental, ou vice-versa, outros autores grassam na literatura.

A *International Union of Geological Sciences* (*IUGS,* 2020), ao conceituar a Geologia Ambiental, cuidou também da atuação dos profissionais das geociências no meio ambiente. Essa atuação contempla aplicabilidades dos conhecimentos técnicos do meio físico aos diversos instrumentos e mecanismos de gestão ambiental, utilizando a cartografia, que inclui o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e os bancos de dados.

E com este estudo sistêmico, favoreceu a integração de especialistas e de experiências de áreas afins no contexto ambiental.

Enfatizou que, um dos principais objetivos de um estudo geoambiental é fornecer a administradores, planejadores e outros profissionais, que atuam na área da organização e desenvolvimento territorial, informações integradas sobre as principais características do meio físico e seu comportamento frente às várias formas de uso e ocupação.

Este estudo, liderado pelo Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ, 2020), foi empregado, direta ou indiretamente, como instrumento de gestão ambiental de empreendimentos minerais, hidrelétricas, túneis, estradas, indústrias, aterros sanitários, planos diretores, oleodutos, gasodutos e loteamentos, bem como de bacias hidrográficas, unidades de conservação, áreas costeiras, regiões metropolitanas e zonas de fronteira.

Serviu de subsídios para solucionar conflitos ambientais sob à atuação de advogados, promotores e curadores ambientais; operadores contumazes do Direito Ambiental.

No Estado de São Paulo, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 2020), sociedade de economia mista na qual o Governo do Estado de São Paulo é seu acionista majoritário, desenvolveu, a partir da década de 1.970, uma nova área denominada de Geologia Aplicada ou Geologia de Engenharia, interagindo os geólogos aos engenheiros civis em obras de barragens, túneis, canais e vias navegáveis e também no planejamento rural e territorial urbano.

Já na década de 1.980, algumas escolas em nível de graduação promoveram a área de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente, como a Unesp de Rio Claro (UNESP, 2020) e a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE, 2020).

Em nível de pós-graduação, se destacaram a Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo (USP, 2020) e o Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP, 2020), na área de Geociências Aplicadas ao Ensino, Geologia e Recursos Naturais.

Recentemente a Geologia Ambiental vem se diversificando em interface com o Direito Ambiental dando-lhe subsídios técnicos periciais em obras civis, apuração de crimes e passivos ambientais de pessoas jurídicas, contaminação do solo e água por atividades industriais, especialmente focadas pelos órgãos de fiscalização oficial como a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2020), a agência do Governo do Estado ligada à Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, responsável pelo controle,

fiscalização, monitoramento e licenciamento de atividades geradoras de poluição, com a preocupação fundamental de preservar e recuperar a qualidade das águas, do ar e do solo.

O turismo, contemplativo da origem e evolução das paisagens e acidentes naturais, especialmente denominado de Geoturismo (*HOSE,*1992), acrescentou-lhe atributos diferenciados à visão acurada dos turistas que buscam explicações científicas sobre os produtos e processos naturais registrados nas rochas e depósitos fossilíferos que retratam a história da origem e evolução do planeta Terra.

Também se desenvolveu um novo ramo da medicina, à qual denominou-se Geomedicina (CPRM, 2020) enfocando particularmente a influência das condições climáticas e ambientais sobre a saúde humana; elucidativa de responsabilização pública e judicial, perfeitamente aplicável quanto à análise atual das causas e consequências humanas motivadas pela pandemia do vírus SARS-COV-2 (OMS, 2020), o COVID-19 (OMS, 2019), popularmente conhecido como Coronavírus.

O famigerado vírus virulento, transição entre ser vivo e matéria, até a data de 06 de setembro de 2020, ceifou 126.686 vidas e infectou 4.137.606 pessoas no Brasil em boletim divulgado às 20 horas, segundo o Consórcio de Veículos de Imprensa, que se constituiu como alternativa à fonte duvidosa de informações do Ministério da Saúde.

Este ser acelular estimula o pensamento científico contemporâneo a associar sua gênese aos desequilíbrios ecológicos ou dos ecossistemas devidos às degradações dos ambientes naturais terrestres a favor da proliferação de pragas e doenças que assolam a saúde da humanidade contemporânea.

2.3. TRANSVERSALIDADE:

A transversalidade diz respeito à possibilidade de se instituir, na prática educativa, uma analogia entre aprender conhecimentos teoricamente sistematizados (aprender sobre a realidade) e as questões da vida real (aprender na realidade e da realidade).

A escola, vista por esse enfoque, deve possuir uma visão mais ampla, acabando com a fragmentação do conhecimento, pois somente assim se apossará de uma cultura interdisciplinar.

A transversalidade e a interdisciplinaridade são modos de trabalhar o conhecimento que buscam reintegração de procedimentos acadêmicos, que ficaram isolados uns dos outros pelo método disciplinar.

A transversalidade só tem significado dentro de uma compreensão interdisciplinar do conhecimento, sendo uma proposta didática que possibilita o tratamento de conteúdos de forma integrada em todas as áreas do conhecimento.

A transversalidade e interdisciplinaridade têm como eixo educativo a proposta de uma educação comprometida com a cidadania, conforme defendem os Parâmetros Curriculares da Educação Básica do Brasil:

> Todas as modalidades, cursos, etapas e séries/anos devem assegurar o trato com as temáticas transversais. Educação Ambiental, Educação para Saúde e Educação Fiscal. Essas temáticas que perpassam todo o currículo da Educação Básica, contribuem para o enfrentamento das desigualdades sociais, com a construção de conhecimentos contextualizados e interseccionados, potencializando os diálogos inter- e transdisciplinares, envolvendo todas as áreas de conhecimento: humanas, da natureza, matemática de códigos e linguagens.

A Educação Ambiental trabalhada como eixo temático de caráter transversal, deve permear por todas as disciplinas do currículo escolar, buscando contextualizar o compromisso com mudanças de valores, comportamentos e atitudes, devendo ser estudada e discutida em todas as modalidades do ensino formal.

Com a inserção da Educação Ambiental nas práticas pedagógicas, o educador oportuniza a aquisição de conhecimentos através da interdisciplinaridade, e ao mesmo tempo possibilita o respeito à diversidade biológica, geológica, cultural e étnica.

Os elementos conceituais que orientam a Educação Ambiental devem ser trabalhados no Projeto Político Pedagógico, observando sempre a cultura local, destacando a importância de que o tema desperta a condição de cidadania, conscientiza para corresponsabilidade das ações coletivas, visando à qualidade de vida, e fomenta a construção dos valores sociais, tendo como foco a sustentabilidade socioambiental.

A Educação Ambiental tem como objetivo preparar cidadãos para reflexão crítica, emancipatória e transformadora, assim como incentivar o protagonismo juvenil na busca permanente e responsável para a preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo que a defesa da qualidade ambiental é um valor inseparável do exercício da cidadania.

2.4. MUDANÇAS CLIMÁTICAS:

O termo mudança do clima, mudança climática ou alteração climática refere-se à variação do clima em escala global ou dos climas regionais da Terra ao longo do tempo.

Estas variações dizem respeito a mudanças de temperatura, precipitação, nebulosidade e outros fenômenos climáticos em relação às médias históricas.

O aquecimento global é uma consequência das mudanças climáticas que vem acontecendo ao longo dos anos. Além disso, não é a primeira vez que nosso planeta sofre mudanças no clima a nível global. No passado geológico, quando nem sequer existia a humanidade, processos naturais da dinâmica interna ou externa do nosso planeta, induziram mudanças cíclicas do clima; ora com aumento de temperatura (aquecimento global), ora com diminuição (desaquecimento global seguido de glaciações).

A glaciação é a regra geológica das mudanças climáticas. Sua ciclicidade estabelece os períodos interglaciais como o atual em que vive e para onde caminha a humanidade.

É um pouco mais difícil visualizarmos a questão das mudanças climáticas, pois as escalas de tempo envolvidas são muito grandes; tempo geológico, e seus impactos são menos imediatos.

2.5. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL:

A definição consagrada pelo Relatório *Brundtland* (1987) para o desenvolvimento sustentável é:

> O desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades, significa possibilitar que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e econômico e de realização humana e cultural, fazendo, ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da terra e preservando as espécies e os habitats naturais.

O campo do desenvolvimento sustentável pode ser conceitualmente dividido em três componentes: a sustentabilidade ambiental, a sustentabilidade econômica e a sustentabilidade sociopolítica.

Pela primeira, entenda-se uma conduta ecologicamente correta. Pela segunda, a viabilidade econômica dos empreendimentos e pela terceira, o socialmente justo, como atividade de geração de empregos, novas oportunidades de trabalho e distribuição de renda.

A este literalmente consagrado tripé, ousa-se acrescentar mais dois componentes conceituais: o culturalmente assimilável pela comunidade impactada em sua tradição e prática de vida e o politicamente eficaz advindo da solução dos problemas ambientais que afligem as populações pela gestão responsável dos agentes políticos.

2.6. JUSNATURALISMO DEMOCRÁTICO:

A doutrina filosófica do jusnaturalismo à luz das teorias contratualistas de *John Loke, Thomas Hobbes e Jean-Jaques Rousseau*, evoluiu ao ponto do direito natural, fundado na própria natureza ordenada (concepção cosmológica dos gregos), passando pela razão divina medieval (concepção teológica), depois a própria razão humana (concepção antropológica renascentista iluminista) culminando na consolidação da democracia pelo pacto social onde predomina a vontade geral ou da maioria: uma revisitação "*rousseauneana"* adaptada aos tempos atuais, na concepção e proposição do presente estudo. Daí o porquê da inclusão do termo "democrático" ao jusnaturalismo antropológico.

A ideologia protecionista do jusnaturalismo, no sentido de garantir direitos a todas as pessoas, universalmente, tem influência direta sobre o constitucionalismo contemporâneo do Estado Democrático de Direito, como se vê na Constituição Federal de 1988.

Vale citar as palavras de Bobbio (2004):

"[...] os direitos do homem nascem como direitos naturais universais, desenvolvem-se como direitos positivos particulares, para finalmente encontrarem sua plena realização como direitos positivos universais."

Acrescente-se que, além dos quais a universalização dos conhecimentos implica na democratização e consequentemente no debate construtivo de novas teses em face da representatividade atuante, direta ou indiretamente, da sociedade nas decisões que lhes tocam e, portanto, no pleno exercício democrático dos direitos de terceira geração, os ambientais.

E por último, o acréscimo do termo democrático ao jusnaturalismo vem no sentido de contrapor ao significado puro e original deste ao negar a abrangência do conceito ao interesse da sociedade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. MUDANÇAS CLIMÁTICAS OU AQUECIMENTO GLOBAL?

Como as mudanças climáticas podem causar episódios de frio extremo se a Terra está sofrendo um “aquecimento global” e não um "resfriamento global"?

O fato é que nenhum evento isolado é capaz de provar ou refutar a tese de aquecimento global; por isso ela prepondera nos meios de comunicação informal.

Em níveis globais só é possível aferir hipóteses quando se analisa a história da Terra no tempo geológico, que é muito longo.

O aumento da emissão de gases de efeito estufa aumenta a retenção de energia nos oceanos como na atmosfera, provocando um aumento da intensidade, da frequência e do impacto de eventos climáticos extremos, sejam de frio ou de calor.

O clima da Terra vem mudando ao longo da história, sendo que nos últimos 650 mil anos o planeta passou por sete ciclos de avanço e recuo glacial, como demonstra a figura:

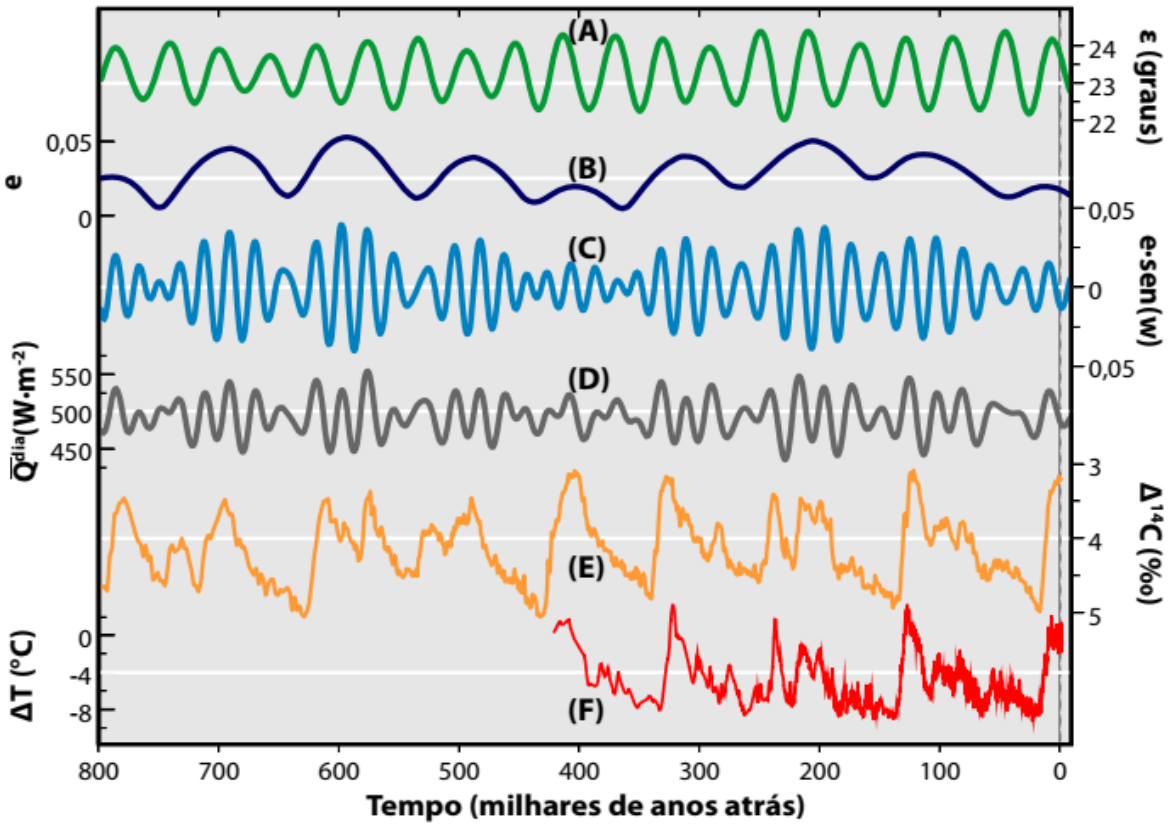


Figura 2: Quadro das variações climáticas terrestres nos últimos 800 mil anos. Fonte: *TERRAE DIDÁTICA* (2017). **(A) Obliquidade; (B) Excentricidade; (C) Longitude do Periélio; (D) Radiação solar; (E) Nível do mar; (F) Temperatura global.** Zero (0) refere-se ao ano 2.000.

A última Era do Gelo, que ocorreu há 7 mil anos, teve um fim abrupto e marcou o início da era moderna do clima e da civilização humana.

Apesar de ainda existirem controvérsias entre alguns integrantes da comunidade acadêmica a respeito do aquecimento global, as mudanças climáticas globais são um fato já aceito e bem consolidado entre grande parte dos cientistas; um quase-consenso formal.

Como demonstrado acima, as mudanças climáticas podem ser causadas por fatores naturais, como as alterações na radiação solar ou movimentos da órbita da Terra.

Já o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (*IPCC*) interpreta o último pulso positivo de temperatura global e que coincide com a civilização humana como aquecimento global. Daí decorre o posicionamento desta corrente científica majoritária, contestada pela presente corrente científica minoritária, porém argumentativa, à qual se alia o presente autor, embasado na seguinte assertiva:

> A presente histeria sobre aquecimento global – com a previsão apocalíptica de fusão das calotas de gelo polar, inundação de cidades costeiras e desertificação de zonas produtoras de alimentos – não ajuda os cidadãos a compreender as forças reais e complexas que moldam o clima da Terra" (HECHT, 1993-1994).

Satélites e outros avanços tecnológicos têm permitido que cientistas vejam o quadro geral, coletando diversos tipos de informação sobre nosso planeta e seu clima em escala global, que ao longo dos anos revelaram sinais de mudanças climáticas.

A deformação dos núcleos gelados da Groenlândia, Antártida e de geleiras de montanhas mostram que o clima da Terra reage tempestivamente a mudanças nos níveis de gases de efeito estufa liberados para a atmosfera.

Eles também mostram que, antes do surgimento da civilização humana, grandes mudanças no clima global ocorreram também de forma rápida, geologicamente falando: em dezenas de anos, não em milhares ou milhões.

E assim usam imagens chocantes nos meios de comunicação para fazer valer a tese do aquecimento global, como por exemplo:

Figura 3: Urso polar norte sobre rocha granitoide ao invés de sobre gelo. Imagem editada redimensionada de *Andy Brunner*. Disponível em: *Unsplash* (2020). Acesso em: 15 jul. 2020.

Quando dizemos que o "tempo" está ruim, estamos nos referindo a alterações locais do clima, dentro de períodos de tempo mais curtos, como minutos, horas, dias e até semanas.

Já o "clima" se refere a períodos de médio a longo prazo, podendo ser caracterizado regional ou globalmente.

Em outras palavras, clima pode ser considerado uma média do tempo ao longo de várias estações, anos ou décadas.

Sendo assim, mudanças climáticas ocorrem ao longo de vários anos ou décadas.

Um erro comum é acreditar que mudanças climáticas são a mesma coisa que aquecimento global.

O aquecimento global é, sim, uma consequência das mudanças climáticas que vem acontecendo ao longo dos anos, mas episodicamente, sendo que a resultante é de desaquecimento global.

Além disso, não é a primeira vez que nosso planeta sofre mudanças no clima a nível global.

É um pouco mais difícil visualizarmos a questão das mudanças climáticas, pois as escalas de tempo envolvidas são muito grandes, e seus impactos são menos imediatos.

Outra dúvida que costuma surgir a respeito das mudanças climáticas é: como elas podem causar episódios de frio extremo se a Terra está sofrendo um “aquecimento global” e não um "resfriamento global"?

O fato é que nenhum evento isolado é capaz de provar ou refutar a tese de aquecimento global. Em níveis globais só é possível aferir hipóteses quando se analisa a história da Terra no tempo geológico, que é muito longo.

O aumento da emissão de gases de efeito estufa aumenta a retenção de energia nos oceanos como na atmosfera, provocando um aumento da intensidade, da frequência e do impacto de eventos climáticos extremos, sejam de frio ou de calor; este mais sintomático:

Figura 4: Geleiras derretendo. Imagem editada redimensionada: *Agustin Lautaro*. Disponível em: *Unsplash* (2020). Acesso em: 15 jul. 2020. O azul da geleira ocorre por reflexão ótica na decomposição da luz branca solar na faixa espectral do verde e do azul.

Figura 5: Desertificação. Imagem editada redimensionada: *Dikaseya*. Disponível em: *Unsplash* (2020).

Mýrdalsjökull é a quarta maior calota de gelo da Islândia, que cobre o vulcão *Katla* no extremo sul do país.

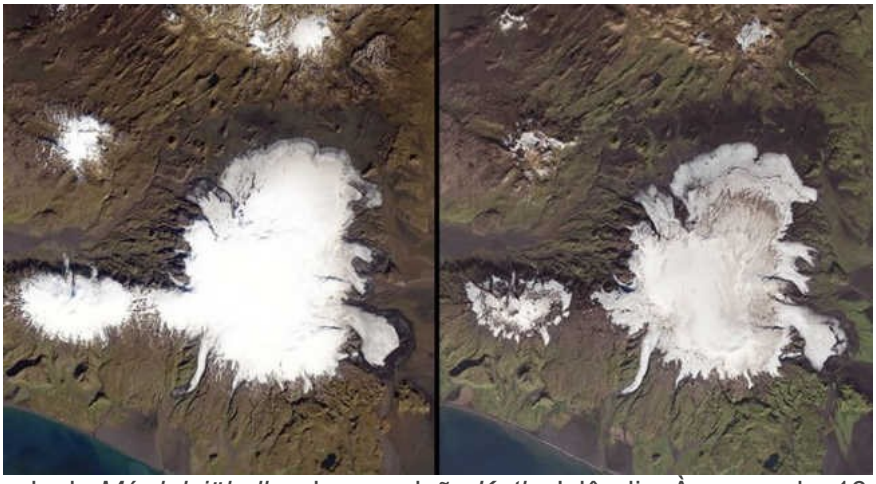


Figura 6: Calota de gelo de *Mýrdalsjökull*, sobre o vulcão *Katla*, Islândia. À esquerda, 16 de setembro de 1986. À direita, 20 de setembro de 2014 – Disponível em: *NASA*, 2020. Acesso em: 15 jul. 2020.

O mar de *Aral* era o quarto maior lago do mundo até os anos 1960, um dos maiores corpos de águas salinas interiores do mundo e o segundo mar interior da Ásia. Ele encolheu dramaticamente ao longo dos últimos 30 anos. Uma das principais razões é a irrigação de culturas: a água foi retirada dos rios que mantinham o mar de *Aral* cheio. Como consequência, houve mudanças perceptíveis no clima local, tempestades de poeiras

contaminantes, a perda de água potável e crises nas indústrias de pesca local. Até o final dos anos 2000, o mar de *Aral* perdeu quatro quintos do seu volume de água.

Figura 7: Mar de *Aral*, lago de água salgada, Ásia Central, entre as províncias de *Aqtöbe* e *Qyzylorda*, e a região autônoma usbeque de Caracalpaquistão. À esquerda, 25 de agosto de 2000. À direita, 19 de agosto de 2014 – Disponível em: *NASA*. Acesso em: 15 jul.2020.

A falta de água prolongada causou uma queda dramática do nível da água do lago *Powell*. As imagens mostram a porção norte do lago, que se estende do *Arizona* a *Utah*, nos EUA. A imagem de 1999 mostra o Lago com seus níveis de água próximos à sua capacidade total, e em 2014, com 42% de sua capacidade preenchidos.

Figura 8: Lago *Powell*, *Arizona-Utah*. Disponível em: *NASA*, 2020. Acesso em: 15 jul.2020. À esquerda, 25 de março de 1999. À direita, 13 de maio de 2014.

O derretimento das geleiras no *Alaska* é outra constatação notória das mudanças climáticas.

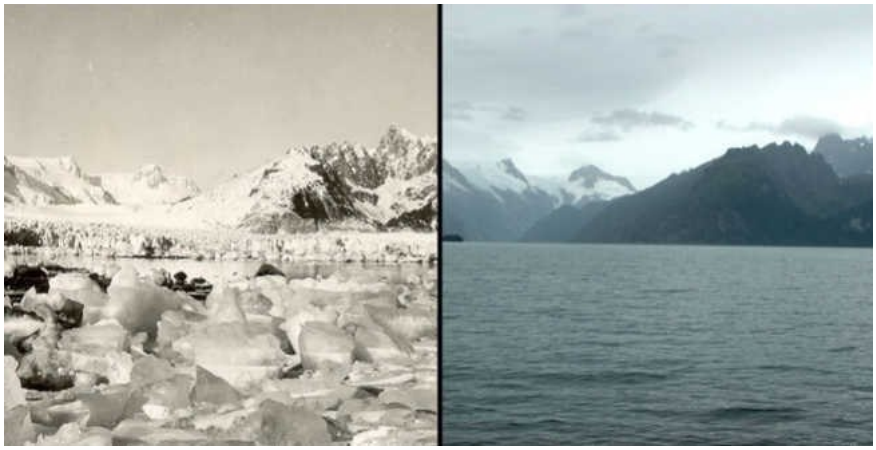


Figura 9: Geleiras do *Alaska*, EUA. Disponível em: *NASA*, 2020. Acesso em: 15 jul. 2020. À esquerda, 1940. À direita, 04 ago. 2005.

Porém, o IPCC afirma que há 90% de certeza que o aumento de temperatura na Terra está sendo causado pela ação humana ao longo dos últimos 250 anos.

A maioria dos cientistas do ramo concorda que uma das principais causas da atual tendência de aquecimento global é a influência humana na expansão do efeito estufa.

Vale lembrar que o efeito estufa é um processo natural, do qual a vida na Terra depende.

Caso toda a energia radiante do sol sobre a Terra retornasse ao espaço, teríamos um planeta ausente de calor e inabitável para a vida como a conhecemos; porém a influência antropogênica vem interferindo de forma a intensificar o efeito estufa, causando um aquecimento local (e não global) abrupto que já vem prejudicando diversas espécies e ecossistemas localizados na área restrita da ocorrência deste efeito.

Ao longo do século passado, houve a queima de combustíveis fósseis, como carvão e petróleo, o que aumentou a concentração de dióxido de carbono (CO2) atmosférico.

Isso aconteceu porque o processo de queima de carvão ou óleo combina carbono com o oxigênio do ar para formar CO2.

Em menor escala, o desmatamento para a agricultura, indústria e outras atividades humanas tem aumentado as concentrações de gases de efeito estufa.

As consequências desta alteração no efeito estufa natural são difíceis de prever, mas alguns efeitos prováveis são:

- De forma geral, a Terra se tornará instantaneamente mais quente - algumas regiões poderão apresentar temperaturas mais elevadas que outras;
- O aumento das temperaturas provavelmente resultará em maiores taxas de evaporação e precipitação, fazendo com que algumas regiões se tornem mais úmidas e outras mais secas;

- Um efeito estufa mais intenso iria aquecer os oceanos e derreter calotas polares, elevando o nível dos oceanos. As águas oceânicas se expandiriam devido ao aumento das temperaturas, também contribuindo para a elevação do nível do mar;
- Algumas plantas podem responder favoravelmente ao aumento de CO2 atmosférico, promovendo o chamado sequestro de carbono para realizar naturalmente a fotossíntese, crescendo mais vigorosamente e melhorando a eficiência do uso da água.

As atividades industriais, das quais a nossa civilização moderna depende, elevaram os níveis de dióxido de carbono (CO2) atmosférico de 280 partes por milhão (ppm) a 379 ppm nos últimos 150 anos.

É possível que as variações nas atividades solares tenham desempenhado um papel em mudanças climáticas passadas.

Acredita-se, por exemplo, que um decaimento na atividade solar tenha desencadeado uma Pequena Era do Gelo, entre aproximadamente 1650 e 1850, quando a Groelândia foi coberta por gelo de 1410 a 1720 e geleiras avançaram para os Alpes.

Apesar disso, há evidências provando que o aquecimento global atual não pode ser explicado pela variação da atividade solar:

- Desde 1750, o valor médio da energia que vem do sol ou se manteve constante ou aumentou ligeiramente;
- Se o aquecimento foi causado por um sol mais ativo, então os mentores do aquecimento global poderiam esperar por temperaturas mais quentes em todas as camadas da atmosfera. Em vez disso, o que ocorre é um resfriamento na atmosfera superior, e um aquecimento na superfície e nas partes mais baixas da atmosfera. Isso porque gases de efeito estufa retêm o calor na atmosfera inferior [tanto é que os passageiros de um avião ouvem dos comissários de bordo que a temperatura externa é de -40ºC a 11.000 m de altitude);
- Os modelos climáticos que incluem mudanças na irradiação solar não podem reproduzir a tendência da temperatura observada ao longo do último século ou mais, sem incluir um aumento dos gases de efeito estufa.

As mudanças climáticas no mundo já apresentam efeitos ambientais observáveis. Geleiras encolheram, gelos em rios e lagos quebram mais cedo, variedades de plantas e animais mudaram e árvores passaram a florescer mais cedo.

Efeitos que seriam resultantes das mudanças climáticas no mundo e que agora estão acontecendo, tais como a perda do gelo nos oceanos, aumento acelerado do nível do mar, e ondas de frio e calor mais intensas são perceptíveis.

A corrente de pensamento a favor do aquecimento global acredita também que as temperaturas globais continuarão a aumentar nas próximas décadas, em grande parte devido a gases de efeito estufa produzidos por atividades humanas.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*IPCC*), que inclui mais de 1.300 cientistas dos Estados Unidos e outros países, prevê um aumento de temperatura de 2,5 a 10 graus centígrados durante o próximo século.

De acordo com o *IPCC*, os efeitos das alterações climáticas serão diferentes para cada região, dependendo da capacidade de cada sistema social e ambiental para mitigar ou se adaptar às mudanças.

O *IPCC* prevê que o aumento da temperatura média global de menos de 1-3 graus Celsius acima dos níveis de 1990 vai produzir impactos benéficos em algumas regiões e nocivos em outros. Custos anuais líquidos vão aumentar ao longo do tempo conforme a temperatura global aumentar.

De qualquer forma, a maioria da comunidade científica global concorda que as tendências climáticas para o aquecimento ao longo do século passado, ocorreram em grande parte devido às atividades humanas.

Prosseguindo na linha de pensamento das mudanças climáticas sem aquecimento global, insta argumentar pelo estudo publicado em 2017 na Revista *Terrae Didatica* do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), o seguinte conteúdo a seguir parcialmente transcrito:

“Análises de perfurações no gelo a mais de 3 km de profundidade na Estação *Vostok* – uma base de pesquisas localizada no centro da Antártida, a região mais fria da Terra – produziram um registro de condições ambientais do passado que remontam até 420 mil anos e que abrangem quatro períodos glaciais anteriores”.

É claramente visível que existe um padrão de correlação entre o dióxido de carbono (CO2) e a temperatura por quatro ciclos glacial-interglacial.

Sabe-se que a solubilidade do CO2 nos oceanos varia de modo inversamente proporcional à temperatura, ou seja, há evidências de que o aumento (ou redução) de temperatura do ar cause a redução (ou o aumento) das concentrações de CO2 nos oceanos; e não o contrário.

Consequentemente o CO2 atmosférico acompanha a temperatura, isto é, a concentração desse gás na atmosfera é diretamente proporcional à temperatura no equilíbrio químico do gás carbônico (CO2). Quanto maior a temperatura terrestre, menos gás será solubilizado nos oceanos na forma de ácido carbônico (H2CO3) e, assim, maior é a concentração do CO2 na atmosfera (FLORIDES; CHRISTODOULIDES, 2009).

Estes autores explicam que o aumento de concentração de CO2 ocorre com atraso de 400 a 1.000 anos após a mudança de temperatura; portanto indicando que a relação entre temperatura e CO2 parece ser exatamente o contrário do que se presume ser do modelo convencional de estudos do clima.

Um gatilho inicial de mudança na temperatura (como pequenas mudanças na órbita da Terra, por exemplo) resulta em uma liberação de CO2 dos reservatórios naturais (como o oceano) para a atmosfera, com uma defasagem de alguns séculos.

Além das variações solares e orbitais terrestres, as variações na composição da atmosfera e do uso e ocupação dos solos também representam fator de alteração do balanço de radiação terrestre, cuja consequência implica mudanças climáticas.

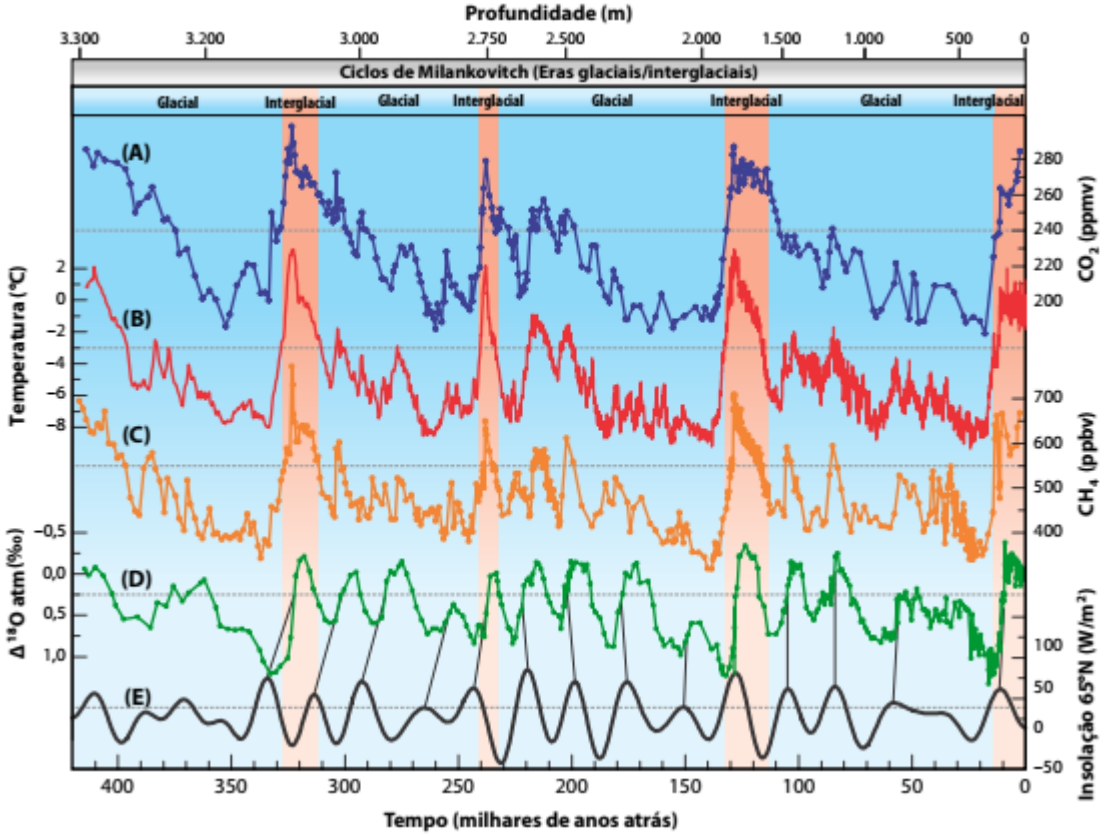


Figura 10: Ciclos de *Milankovitch* registrados nos testemunhos de gelo. Séries de *Vostok* (curvas coloridas), insolação (curva preta) e períodos glaciais e interglaciais (preenchimentos verticais azuis e vermelhos, respectivamente). Séries com relação ao tempo (escala com indicação de profundidades correspondentes no eixo superior): (A) Dióxido de Carbono (CO2); (B) Temperatura isotópica da atmosfera; (C) Metano (CH4); (D) Composição isotópica de oxigênio

(Δ18O); (E) Insolação, em meados de junho na latitude 65ºN. Fonte: modificado de Petit et al. (1999).

O clima da Terra ao longo dos últimos 542 milhões de anos (*Éon* Fanerozoico) variou consideravelmente: passou de fases extremamente frias de glaciações a períodos áridos de aquecimento global naturalmente; alternância de períodos quentes e frios, conforme demonstra a figura 11.

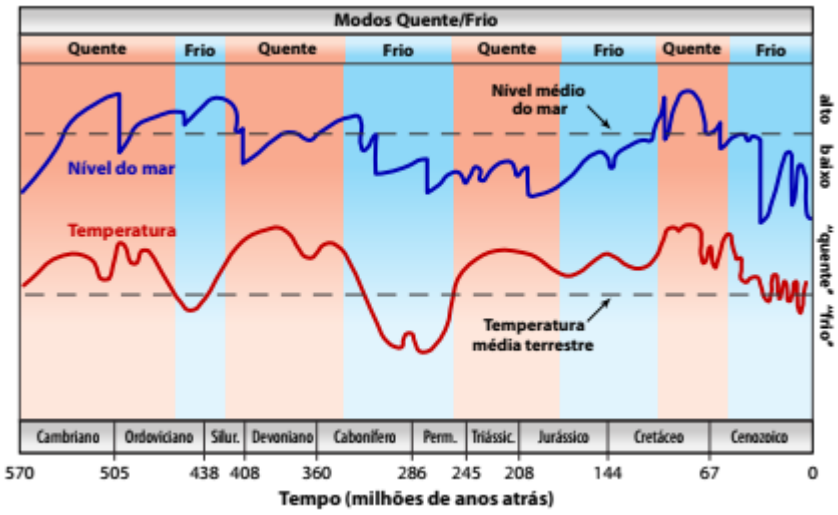


Figura 11: Gráficos de variações estimadas do nível eustático do mar e da temperatura global durante o Fanerozoico. Fonte: modificado de Frakes et al. (1992).

Ou, de outra forma:

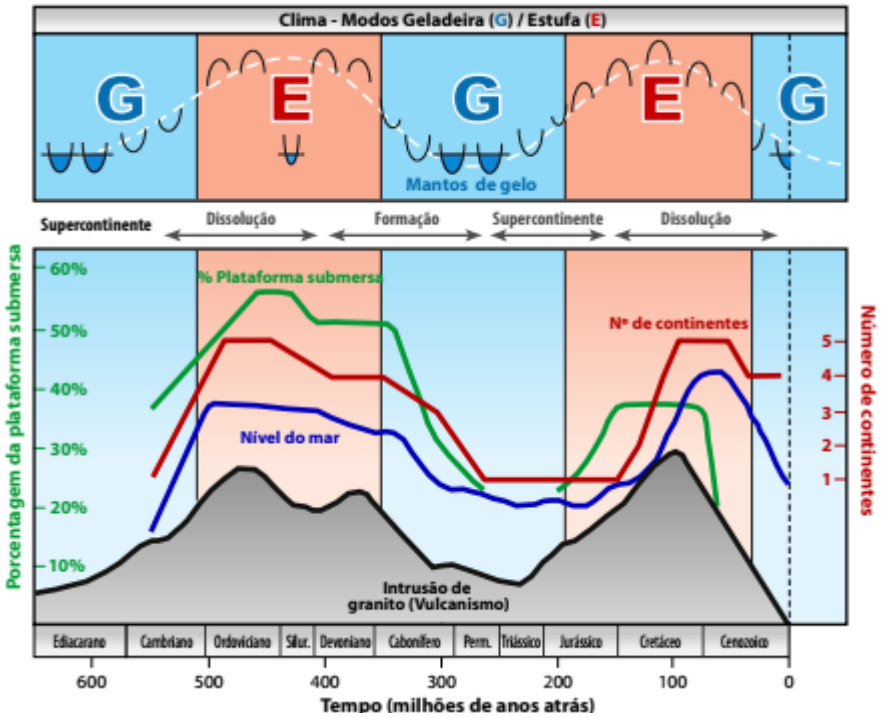


Figura 12: Ilustração da alternância entre Modos de Geladeira (G) e Modos de Estufa (E) ao longo do Fanerozoico. Curva de variação do nível do mar, períodos de estufa/geladeira e porcentagem da plataforma submersa; intrusão de granitos. Fonte: Nance et al. (2014).

As variações cíclicas do clima terrestre abrem uma nova perspectiva sobre a recente mudança climática: é possível uma interpretação alternativa baseada nas evidências de que uma parte significativa dela é devida a oscilações naturais específicas, motivo pelo qual o aquecimento global antropogênico pode ser questionado.

Nesse sentido, Scafetta (2016) aponta que os modelos climáticos convencionais não conseguem reconstruir adequadamente a variabilidade natural do clima. De fato, técnicas de análise avançadas revelam que a variabilidade natural do clima recente consiste na sobreposição de várias oscilações, muitas de origem astronômica, que vão desde a escala decenal até a escala milenar. Segundo o autor, as mesmas considerações levam à conclusão de que os modelos climáticos convencionais superestimam gravemente, em cerca de duas vezes, o aquecimento climático antropogênico.

Tabela 1: Síntese dos ciclos do clima e relacionados, seus períodos, mecanismos e causas.

	Ciclo		Período		Mecanismo/causa
			Tempo	(anos)	
Ciclos curtos	Ciclo diário		1 d.	$2,7 \cdot 10^{-3}$	Movimento de rotação terrestre
	Ciclo sinóptico		3 a 7 d.	$1,4 \cdot 10^{-2}$	Movimentação de massas de ar
	Oscilação Madden–Julian (OMJ)		30 a 60 d.	$1,2 \cdot 10^{-1}$	Onda atmosférica
	Ciclo intra-estações		180 d.	$1,6 \cdot 10^{-1}$	Inclinação do eixo terrestre
	Ciclo anual		365 d.	$1,0 \cdot 10^{0}$	Movimento de translação terrestre
Ciclos médios	Oscilação Quase-Bienal (OQB)		2 a 2,5 a.	$2,3 \cdot 10^{0}$	Oscilação atmosférica
	Oscilação "El Niño – Oscilação Sul (ENOS)"		2 a 7 a.	$5,0 \cdot 10^{0}$	Influência lunar/planetária
	Ciclo de Schwabe		11 a.	$1,1 \cdot 10^{1}$	Influência planetas (Júpiter e Saturno)
	Ciclo de Saros		18,1 a.	$1,8 \cdot 10^{1}$	Parâmetro orbital lunar
	Ciclo nodal lunar (ou Ciclo Draconiano)		18,6 a.	$1,9 \cdot 10^{1}$	Parâmetro orbital lunar
	Ciclo de Hale		22 a.	$2,2 \cdot 10^{1}$	Influência planetas (Júpiter e Saturno)
	Ciclo de Brückner		35 a.	$3,5 \cdot 10^{1}$	Influência lunar/planetária
	Oscilação Interdecadal do Pacífico (OIP)		15 a 30 a.	$2,3 \cdot 10^{1}$	Influência lunar/planetária
	Oscilação do Atlântico Norte (OAN)		25 a 35 a.	$3,0 \cdot 10^{1}$	Influência lunar/planetária
	Oscilação Decadal do Pacífico (ODP)		50 a 70 a.	$7,0 \cdot 10^{1}$	Influência lunar/planetária
	Oscilação Multidecadal do Atlântico (OMA)		50 a 90 a.	$7,0 \cdot 10^{1}$	Influência lunar/planetária
	Ciclo inferior de Gleissberg		88 a.	$8,8 \cdot 10^{1}$	Influência planetas (Júpiter e Saturno)
	Ciclo superior de Gleissberg		120 a.	$1,2 \cdot 10^{2}$	Influência planetas (Júpiter e Saturno)
	Ciclo de Jose		179 a.	$1,8 \cdot 10^{2}$	Influência planetas (Júpiter e Saturno)
	Ciclo de Suess (ou Ciclo de De Vries)		208 a.	$2,1 \cdot 10^{2}$	Influência planetas (Júpiter e Saturno)
	Ciclo de 500 anos		500 a.	$5,0 \cdot 10^{2}$	Influência planetas (Júpiter e Saturno)
	Ciclo de Eddy		1.000 a.	$1,0 \cdot 10^{3}$	Influência planetas (Júpiter e Saturno)
	Eventos de Dansgaard-Oeschger		1.500 a.	$1,5 \cdot 10^{3}$	Influência solar, proc. atmosf./oceanos
	Eventos de Bond		1.500 a.	$1,5 \cdot 10^{3}$	Influência solar, proc. atmosf./oceanos
	Ciclo de Hallstatt		2.300 a.	$2,3 \cdot 10^{3}$	Influência planetas (Júpiter e Saturno)
	Eventos de Heinrich		10 ma.	$1,0 \cdot 10^{4}$	Influência solar, proc. atmosf./oceanos
Ciclo longos	Ciclo de Milankovitch - Interglacial/Glacial	Interglacial	10 ma.	$1,0 \cdot 10^{4}$	Combinação de parâmetros orbitais terrestres
		Glacial	100 ma.	$1,0 \cdot 10^{5}$	Combinação de parâmetros orbitais terrestres
	C. de Milankovitch - Precessão equinócios		20 ma.	$2,0 \cdot 10^{4}$	Parâmetro orbital terrestre
	C. de Milankovitch - Inclinação axial		40 ma.	$4,0 \cdot 10^{4}$	Parâmetro orbital terrestre
	C. de Milankovitch - Excentricidade orbital		100 ma.	$1,0 \cdot 10^{5}$	Parâmetro orbital terrestre
	C. de Milankovitch - Excentricidade orbital longa		400 ma.	$4,0 \cdot 10^{5}$	Parâmetro orbital terrestre
Superciclos	Impactos de grandes asteroides/meteoritos		30 Ma.	$3,0 \cdot 10^{7}$	Oscilação vertical do Sistema Solar através do plano galáctico
	Modo de Estufa/Modo de Geladeira Modo Quente/Modo Frio Ciclo tectonismo/vulcanismo Ciclo de supercontinentes Ciclo de Wilson		250 a 500 Ma.	$2,5 \cdot 10^{8}$ a $5 \cdot 10^{8}$	Movimento de translação do Sistema Solar em torno do centro da Galáxia

Legenda: C. = Ciclo; d. = dia(s); a. = ano(s); ma. = milhares anos; Ma. = milhões de anos.

Fonte: Oliveira et al. (2017).

A ênfase principal dada aos diversos ciclos climáticos naturais permite entender que os mecanismos causais das mudanças climáticas na Terra envolvem, além de fatores puramente terrestres, fatores envolvendo o Sol, a Lua, a dinâmica dos planetas do Sistema Solar e até mesmo os ritmos da Galáxia. A Terra, a Lua, o Sol e os planetas estão girando e pulsando; suas influências sobre o clima na Terra agem ciclicamente, de acordo com intervalos definidos pela mecânica celeste.

3.2. DESDOBRAMENTOS PROPOSITIVOS:

A incerteza científica a respeito dos danos ambientais causados pelas mudanças climáticas impõe que as ações humanas que provocam este tipo de mudança sejam guiadas pelo Princípio da Precaução.

Ou seja, devem ser incentivadas pesquisas que busquem obter a certeza a respeito dos possíveis danos ambientais causados pelas mudanças climáticas, além de ser imposto o dever de agir antecipadamente para a proteção do ambiente e da saúde pública em face dos riscos suspeitos e incertos, em especial os potencialmente graves ou irreversíveis.

Algumas ações de precaução contra estes riscos incertos, e consequentemente contra as mudanças climáticas, são a redução das emissões dos gases de efeito estufa e os efeitos no aquecimento global, porquanto antropogênico.

Tratados internacionais grassam, normativamente, mas não produzem efeitos evidentes e imediatos.

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU, 2020) a mudança climática é um dos maiores desafios de nosso tempo. E prossegue afirmando que, sem uma ação drástica hoje, superar as consequências desses impactos será mais difícil e custoso no futuro.

O efeito estufa é um fenômeno natural e necessário para a preservação da vida na Terra, pois mantém o planeta aquecido e habitável ao permitir que parte da radiação solar refletida de volta para o espaço seja absorvida pela Terra.

Um século e meio de industrialização, incluindo o desmatamento e certos métodos de cultivo do solo, resultou em um aumento na concentração de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera.

Desta forma, à medida que as populações, as economias e os padrões de vida crescem, o mesmo acontece com o nível cumulativo de emissões de GEE.

Existem alguns vínculos científicos básicos bem estabelecidos:

- A concentração de GEEs na atmosfera da Terra está diretamente ligada à temperatura média global;
- A concentração de GEEs tem crescido constantemente desde a época da Revolução Industrial, o que implicou no aumento contínuo da temperatura global;
- O GEE mais abundante – o dióxido de carbono (CO2) – é produto da queima de combustíveis fósseis.

Os dispositivos legais das Nações Unidas são a Convenção-Quadro, o Protocolo de Quioto e o Acordo de Paris.

A Cúpula da Terra – realizada no Rio de Janeiro – produziu a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (*UNFCCC*, 1992) como um primeiro passo no combate ao problema.

Atualmente, a Convenção tem uma adesão quase universal. Os 197 países que ratificaram a *UNFCCC* são chamados de “Partes” da Convenção. O objetivo final do tratado é impedir que as ações humanas interfiram de forma prejudicial e permanente no sistema climático do planeta.

Em 1995, os países iniciaram negociações para fortalecer a resposta global às mudanças climáticas e, dois anos depois, adotaram o Protocolo de Quioto.

O Protocolo de Quioto criou diretrizes para que as nações cumpram metas para a redução de emissões de gases causadores do efeito estufa.

O primeiro período de compromisso do Protocolo começou em 2008 e terminou em 2012. O segundo período de compromisso começou em 1 de janeiro de 2013 e terminará em 2020. Existem, hoje, 197 Partes na Convenção e 192 Partes no Protocolo de Quioto.

Na 21ª Conferência das Partes em Paris (COP-21), realizada em 2015, as Partes da *UNFCCC* chegaram a um acordo significativo para combater as mudanças climáticas, bem como acelerar e intensificar ações e investimentos necessários para um futuro sustentável de baixo carbono. Os Estados Unidos (de *Trump*), segundo maior poluidor do mundo com 17,9% das emissões globais, se retiraram deste acordo, a despeito de governadores, prefeitos e empresários norte-americanos.

O Acordo de Paris baseia-se na Convenção e – pela primeira vez – levou todas as nações a uma causa comum: empreender esforços para combater as mudanças climáticas e se adaptar aos seus efeitos, com apoio reforçado para ajudar os países em desenvolvimento a fazer o mesmo. Assim, o tratado traçou um novo rumo no esforço global para deter a mudança climática.

O objetivo central do Acordo de Paris é fortalecer a resposta global à ameaça da mudança climática, mantendo a elevação da temperatura global neste século bem abaixo de 2 graus, acima dos níveis pré-industriais e buscar esforços para limitar ainda mais o aumento da temperatura a 1,5ºC.

No Dia da Terra, 22 de abril de 2016, 175 líderes mundiais assinaram o Acordo de Paris na sede das Nações Unidas em Nova Iorque. Este foi, de longe, o maior número de países a assinar um acordo internacional em um único dia (12 de dezembro de 2015, começando a viger a partir de 04 de novembro de 2016).

Em outubro de 2018, o IPCC publicou um relatório especial sobre os impactos do aquecimento global de 1,5°C, concluindo que limitar o aquecimento global a 1,5°C exigiria mudanças rápidas, profundas e sem precedentes em todos os aspectos da sociedade.

Com benefícios claros para as pessoas e ecossistemas naturais, o relatório constatou que limitar o aquecimento global a 1,5°C, em comparação com os 2°C, poderia garantir uma sociedade mais sustentável e equitativa.

Enquanto as estimativas anteriores se concentravam em estimar os danos se as temperaturas médias subissem 2°C, este relatório mostra que muitos dos impactos adversos das mudanças climáticas virão na marca de 1,5°C.

O relatório também destaca vários impactos das mudanças climáticas que poderiam ser evitados ao limitar o aquecimento global a 1,5ºC, em comparação a 2ºC ou mais. Por exemplo, em 2100, a elevação global do nível do mar seria 10 cm mais baixa com aquecimento global de 1,5°C, em comparação com 2°C.

A probabilidade de um oceano Ártico livre de gelo marinho no verão seria uma vez por século com o aquecimento global de 1,5°C, em comparação com pelo menos uma vez por década com 2°C. Os recifes de corais declinariam de 70 a 90% com o aquecimento global de 1,5°C, enquanto praticamente todos (> 99%) seriam perdidos com 2°C.

O relatório conclui que limitar o aquecimento global a 1,5°C exigiria transições “rápidas e de longo alcance” na Terra, energia, indústria, edifícios, transportes e cidades.

As emissões globais líquidas de dióxido de carbono causadas pelo homem (CO2) precisariam cair cerca de 45% em relação aos níveis de 2010 até 2030, atingindo o ‘zero líquido’ por volta de 2050. Isso significa que quaisquer emissões remanescentes precisariam ser equilibradas pela remoção do CO2 da atmosfera.

Em todo o planeta Terra, a temperatura aumentou 1ºC desde a era pré-industrial (*NATURE CLIMATE CHANGE,* 2020), o que atenua o *misancene* do aquecimento global.

A diminuição do desmatamento, investimentos no reflorestamento e na conservação de áreas naturais, incentivo do uso de energias renováveis não convencionais, preferências pela utilização de biocombustíveis (etanol, biodiesel) a combustíveis fósseis (gasolina, óleo diesel), investimentos na redução do consumo de energia e na eficiência energética, redução, reaproveitamento e reciclagem de materiais, investimentos em tecnologias de baixo carbono, melhorias no transporte público com baixa emissão de gases do efeito estufa também seriam suficientes para a correção deste acréscimo sem traumas. E estas medidas podem ser estabelecidas por meio de políticas nacionais e internacionais de clima.

Quanto à legislação, em 2009, no Brasil, foi instituída a Política Nacional sobre a Mudança do Clima (PNMC), por meio da Lei nº 12.187/2009, que mostra o compromisso do país em reduzir as emissões de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020. Alguns instrumentos utilizados para a execução do PNMC são o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima e a Comunicação do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

O Plano Nacional sobre Mudança do Clima, por exemplo, apresenta algumas metas e objetivos que se reverterão na redução de emissões de gases de efeito estufa, além de outros ganhos ambientais e benefícios socioeconômicos.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2020), explica sobre efeito estufa, aquecimento global e mudanças climáticas. Cita a influência da Revolução Industrial nas mudanças climáticas atuais, projeções futuras realizadas pelo IPCC, tipos de cenários futuros, e nos dá dicas de como podemos ajudar a minimizar os efeitos ou retardar o aquecimento global.

3.3. O DIREITO AMBIENTAL REVISTO E ATUALIZADO À LUZ DA GEOLOGIA:

A atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, são classificados como recursos ambientais.

O conceito de recursos ambientais é dado pela Lei 6.938/81, em seu art. 3º, V.

O meio ambiente é definido como o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas.

A definição de dano ambiental infere-se a partir dos conceitos legais de poluição, contaminação e degradação.

A própria Lei 6.938/81 define, em seu artigo 3º, o meio ambiente. Além do mais, não traz o conceito direto de dano ambiental, que é obtido pela conjugação das noções de poluição e degradação, estas sim trazidas pela referida Lei.

O meio ambiente pode ser classificado em natural, artificial, cultural, do trabalho e o patrimônio genético.

A jurisprudência pacificou o entendimento de que o conceito de meio ambiente deve ser o mais amplo possível, abarcando o meio ambiente artificial (cultural, urbanístico, do trabalho), tendo a Resolução nº 306/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA incorporado esse amplo conceito.

O Direito Ambiental e o Direito Econômico são ·áreas do Direito que se inter-relacionam, estando ambas voltadas para a melhoria do bem-estar das pessoas e para a estabilidade do processo produtivo. A Geologia, Ambiental e Econômica também, é aliada.

O que possui natureza reflexa é o próprio bem ambiental, e não as normas de proteção. A Geologia é ferramenta essencial a caracterizar o bem ambiental.

O Direito Ambiental é horizontal, inter-relacionando-se com o Direito Econômico na busca do desenvolvimento sustentável (art. 170, VI, CF/88), alinhado ao Princípio da Solidariedade Intergeracional. Neste aspecto, a Geologia materializa o objeto deste.

Por exemplo, a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico" (Lei no 9.433/1997, art. 1º, II). Este dispositivo legal, ao afirmar o valor econômico de recurso natural e permitir, por conseguinte, a cobrança pelo seu uso, dá concreção ao princípio ambiental do poluidor-pagador; base para a instituição do imposto pelo uso da água.

A valoração dos recursos naturais para fins de uso se refere ao princípio do poluidor/usuário pagador. Se planejado e racional, o valor a recolher será menos impactante economicamente.

Desenvolvimento sustentável significa crescimento econômico com utilização dos recursos naturais, porém com respeito ao meio ambiente, preservação das espécies e dignidade humana, de modo a garantir a satisfação das necessidades presentes e futuras das gerações. Tudo se assenta sobre o solo e o subsolo, fonte da vida, e, portanto, indissociável deste conceito.

O princípio do acesso equitativo aos recursos naturais não impede que se dê preferência a utilização do bem ambiental pelas comunidades que se encontram mais próximas a ele, cumprindo importante papel social essa utilização mais racional. Assim

sendo, a comunidade do entorno dos empreendimentos entenderá e concordará com os empreendimentos *in loco* e será aliada ao se beneficiar destes pela geração de empregos e distribuição da renda local e regional.

Cumpre a função social a propriedade rural que atende simultaneamente aos requisitos: aproveitamento racional e adequado, a utilização adequada dos recursos naturais disponíveis, a preservação do meio ambiente, a observância da legislação trabalhista, a exploração que favorecerá o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores. É na propriedade rural que ocorrem os recursos naturais que podem se converter em matérias primas ou processadas para o incremento do empreendedorismo. O princípio do desenvolvimento sustentável é fundado em três pilares: econômico, ambiental e social. O econômico vem na frente porque o capitalismo é um consenso universal, queiramos ou não.

Há, portanto possibilidade concreta de desenvolvimento na coexistência tríplice da atividade humana do presente e do futuro, se e somente se o ser humano estiver no centro das atenções, proporcionando-lhe qualidade de vida.

Os Estados têm a responsabilidade de assegurar que atividades sob sua jurisdição ou seu controle não causem danos ao meio ambiente de outros Estados ou de áreas além dos limites da jurisdição nacional. A iniciativa de um deve sempre ponderar o interesso do outro. E o meio físico deve sempre preponderar porque suscetível e frágil conforme a potência do impacto ambiental a que se sujeita para viabilizar os projetos econômicos.

A noção de gestão sustentável dos recursos naturais no espaço e no tempo impõe um duplo imperativo ético de solidariedade - equidade intrageracional e intergeracional.

Intrageracional ao ponto de não inviabilizar a própria vida presente. Intergeracional ao permitir igual situação às gerações subsequentes; princípio-mor do desenvolvimento sustentável ao qual se alia a Geologia e ao qual deve normatizar o Direito Ambiental.

O estudo de impacto ambiental é instrumento que visa evitar o dano ambiental sendo aplicação do princípio da prevenção; este racional e lógico às ferramentas de controle da Geologia e das ciências afins que, se respeitadas, evitam tragédias humanas que podem ceifar vidas.

De acordo com o princípio da precaução, quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental. Deve sim obter-se a absoluta certeza científica, atingível quando se considerar a transversalidade inteligente das ciências afins:

> No que concerne aos Princípios do Direito Ambiental, a norma da Constituição Federal Brasileira que diz que incumbe ao Poder Público exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dar· publicidade (art. 225, §1º, IV), aplicou o princípio da precaução, que não dispensa a avaliação de riscos, muito pelo contrário, está ligado a incerteza científica, quanto ao potencial de dano de determinada atividade. Significa tomar uma decisão quando a informação científica for insuficiente, não conclusiva ou incerta e haja informações de que os possíveis efeitos sobre o meio ambiente possam ser potencialmente perigosos e incompatíveis com o nível de proteção escolhidos.

A responsabilidade penal e administrativa, na seara ambiental, independe da responsabilidade civil (reparação de danos), conforme art. 225, § 3º da CF/88. Esta responsabilidade, por essência material e digna de indenização financeira, se melhor embasada tecnicamente pelos fatores intrínsecos da atividade e extrínsecos das forças naturais que o cercam, dentre os quais os fenômenos e processos geológicos envolvidos naturalmente para o seu resultado, será esclarecedor de materialidade e autoria de fatos criminalizáveis de agressão à natureza.

Pelo disposto na Constituição Federal, em especial no seu artigo 225, e na Lei Federal nº 9.605/1998, as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas.

Segundo o § 1º do art. 225 da Constituição Federal, são deveres específicos do Poder Público na tutela do meio ambiente, preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas e exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dar· publicidade.

Ora, como estudar previamente a possibilidade de ocorrência de impacto ambiental para instalação de obra ou atividade sem levar em contato o solo e o subsolo da fundação estrutural? O solo e o subsolo, no aspecto da engenharia civil, somente são destrinchados em conhecimentos utilizando-se das ferramentas da Geologia e da Geotecnia. Deveria, pois, o legislador constitucional já alçar à literalidade da Carta Magna, a Geologia par e passo com a Ecologia e seus respectivos processos influenciadores da implantação dos ecossistemas terrestres sopesando suas vulnerabilidades naturais valoráveis pelo estudo de impacto com base geológica incontestável

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) são documentos técnicos multidisciplinares com objetivo de realizar avaliação ampla e completa dos impactos ambientais significativos e indicar as medidas

mitigadoras correspondentes. Os elementos da Geologia geralmente são relatados no capítulo 1 do RIMA; uma ordem de grandeza justa em relação à prevenção do que só é presumível no domínio da Geologia.

Lembre-se que essa exigência tem como base a Lei Federal n° 6.938 de 1981 que reconheceu e instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente para o bem de toda a sociedade. Em 1990 essa lei foi regulamentada pelo Decreto Federal n° 99.274/90 e se tornou exigência nos órgãos ambientais brasileiros a partir da Resolução n° 001 de 23/01/1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1986).

Portanto, a característica do RIMA é a reflexão das conclusões do estudo do EIA (de cunho científico), sendo o mais objetivo e compreensível possível para toda a população. Aqui cumpre-se então o adendo proposto ao conceito de desenvolvimento sustentável ao incluir o suporte cultural às obras de engenharia civil, ou seja, a compreensão da comunidade impactada e residente no entorno do empreendimento.

As informações contidas no RIMA, podem ser traduzidas de maneira simples com uma linguagem mais coloquial e ilustradas com mapas, gráficos, slides, cartas e demais indicativos que simplifiquem a linguagem técnica e tragam transparência expositiva às comunidades impactadas pelas obras civis de grande envergadura. O mapa geológico e a carta geotécnica são elementos indispensáveis do RIMA e registros formais da situação natural do meio físico antes de transformado para atender os objetivos dos projetos sociais.

Também na exegese literal do § 1º do art. 225 da CF/88, ressaltando que a referência à Zona Costeira é feito no § 4º e a localização de usinas que operem com reatores nucleares é determinada em lei e exemplifica que esta atividade de alto risco ambiental, no caso brasileiro, se reveste do maior cuidado atribuído pelo legislador constitucional e infra.

No caso brasileiro é possível normatizar dessa forma porque, no arcabouço tectônico das zonas costeiras brasileiras, tais riscos são minimizados pela estabilidade estrutural fundada na Geologia Costeira, Estrutural e Geotectônica e da Plataforma Continental Brasileira, muito bem conhecida pelos estudos geológicos do petróleo pela estatal Petrobras em sede do Pré-Sal.

Portanto, o elemento da Geologia urge como subsídio a legitimar a legislação do Direito Ambiental para implantação de usinas nucleares; exemplo notório da necessária transversalidade entre ambas as ciências. Já em países de grande mobilidade crustal, como o Japão, a Geologia deveria ditar a norma do Direito Ambiental para prevenir catástrofes, como foi a do rompimento da Usina Nuclear de Fukushima:

> Foi um desastre nuclear ocorrido na Central Nuclear de Fukushima I em 11 de março de 2011, causado pelo derretimento de três dos seis reatores nucleares da usina. A falha ocorreu quando a usina foi atingida por um *tsunami* provocado por um terremoto de magnitude 8,7 na escala *Richter*, que normalmente vai de 1,0 a 9,0.

O conceito de meio ambiente é dado pelo legislador, mais especificamente no art. 3º da Lei nº 6.938/1981, *in verbis:*

I – meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas.

Ora, esqueceu-se o legislador do parâmetro interacional de ordem geológica; manifestamente omitindo a Geologia – arcabouço da vida em todas as suas formas. Bastasse o legislador substituir a ordem física e química pela ordem geológica, pois esta contém ambas dinamicamente envolvidas nos processos geológicos internos e externos do planeta Terra.

Na mesma toada, o princípio da função ambiental da posse e da propriedade condiciona tais direitos ao uso ambientalmente eficiente, preservando o ecossistema envolvido, gerando obrigações ao possuidor/proprietário que se atrelam a coisa (*propter rem*). E, novamente, o cerne da coisa ambiental é a plataforma sobre a qual interagem ecossistema e geossistema, portanto, a Geologia.

Sabendo-se que quando os riscos ainda não forem totalmente conhecidos (devido ao avanço tecnológico), aplica-se o princípio da precaução, evitando a prática da atividade até que se possa ter certeza das implicações sobre o ecossistema e que o ecossistema vive na superfície e subsuperfície terrestre (campos da Geologia) está posto o desafio de se analisar a interferência ou o comportamento geotécnico dos elementos fundamentais – solo, rocha e água – para minimizar tais riscos e possibilitar a implantação de empreendimentos sob a responsabilidade técnica do Geólogo.

Para preencher esta lacuna do conhecimento, foi proposta a tese do desaquecimento global.

3.4. DESAQUECIMENTO GLOBAL – O CONTRAPONTO:

Durante o desenvolvimento da pesquisa de pós-doutorado na Unicamp (2009-2010), o autor do presente trabalho de conclusão do curso de Direito na FEMA, escreveu, tendo a coautoria de seu supervisor, Prof. Dr. Celso Dal Ré Carneiro, um artigo propondo a tese do desaquecimento global em detrimento da tese preponderante do aquecimento global.

E foi prefaciado por uma das maiores expressões da Geologia mundial, o decano Prof. Dr. Fernando Flávio Marques de Almeida (USP), que, no auge de seus lúcidos 94 anos de vida, assim sentenciou:

> Nós, geocientistas, sabemos que se o presente é a chave do passado, o passado também é a chave do presente, o que é ignorado pelos diversos meios de divulgação, escritos ou falados, devido à ignorância da população no que se refere à Geologia. Desaquecimento Global. Bem escrito, informativo, em termos acessíveis aos leitores do jornal, e sobretudo muito oportuno. (ALMEIDA, 2010)

Este texto que circulou pela grande imprensa do Brasil e do mundo está na íntegra da Apêndice do presente trabalho.

4. CONCLUSÃO

A partir da década de 1980, a Geologia voltou-se ao meio ambiente de uma forma mais especializada e passou a buscar interações no ordenamento jurídico com o Direito Ambiental que se abria em uma fase holística inaugurada com a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal nº 6.938/81).

Tal instrumento jurídico inaugurou também a fase de proteção jurídica integral ao meio ambiente, que passou a ser visto como sistema ecológico integrado e com autonomia valorativa.

Com a edição da Constituição Federal do Brasil em 1988, o meio ambiente passou a ser um bem jurídico efetivamente tutelado pelo Estado e como tal propiciou uma abertura à participação de ciências afins, buscando instrumentos para a aplicação prática do normativo ambiental infraconstitucional através da legislação regulamentar ordinária e complementar para que tal direito produzisse seus efeitos eficazmente.

Por outro lado, implantou-se uma grande confusão mundial sobre o que é mudança climática e o que é aquecimento global.

Mudança climática sempre ocorreu na história do clima - são oscilações marcantes de temperatura ocasionadas por fenômenos climáticos não perenes, localizados e provocados por ações antrópicas, como desmatamentos e queimadas, aquecimento/desaquecimento das águas das correntes oceânicas alternadamente nos hemisférios norte/sul, emissão de gases do efeito estufa em regiões de alta concentração de indústrias poluidoras e também pelo uso desenfreado de combustíveis derivados do petróleo e do carvão mineral - efeitos estes decorrentes das atividades econômicas de um mundo hegemonicamente capitalista.

Aquecimento global é o aumento gradual da temperatura média global sem volta aos patamares anteriores e só ocorre na consequência das mudanças climáticas irreversíveis, o que até hoje não ocorreu na história da humanidade. Mesmo que se registre o incremento de 1,0ºC à temperatura ambiente média nos últimos 100 anos, este tempo é insignificante na escala do tempo geológico, a qual indica diminuição desta temperatura, na média da série histórica geológica.

Mudanças climáticas sempre existiram na história geológica, mas sempre em ciclos, ora para cima (como agora), ora para baixo. Mas a resultante conhecida na escala do tempo geológico recente é de desaquecimento global.

Estamos num intervalo de tempo geológico interglacial. A temperatura média do Planeta atualmente é de 15ºC e sua tendência é de baixa.

Há aproximadamente 7.000 anos tivemos o final da última glaciação, que afetou marcadamente o hemisfério norte e provocou a grande diáspora dos habitantes da Terra buscando as regiões mais quentes no hemisfério sul.

Portanto, na escala do tempo geológico (e não do tempo da vida humana), o que está acontecendo é um desaquecimento global.

Ponderada esta máxima, a legislação ambiental deve se adequar e balizar o desenvolvimento sustentável encima de uma premissa que se vislumbra como sendo de um jusnaturalismo democrático, pois o desenvolvimento poderá se estender aos países emergentes pelos aspectos legítimos do ecologicamente correto, economicamente viável, socialmente justo, culturalmente assimilável pela comunidade impactada e politicamente eficaz à humanidade toda. E assim devem se ajustar os tratados internacionais da política global sobre o clima.

Portanto, foi alcançado o objetivo geral deste trabalho, de promover a transversalidade do Direito Ambiental com a Geologia, contribuindo para o ensinamento de ambas as ciências.

A hipótese aventada foi evidentemente testada como verdadeira demonstrando haver nítida transversalidade entre o Direito Ambiental e a Geologia, bem como evidente ficou que esta pode e deve contribuir necessariamente, em tempo de mudanças climáticas, para elucidação de dúvidas técnicas e aprimoramento do normativo jurídico através da ampliação do conhecimento científico de ambas as ciências e suas aplicações conjuntas para a evolução do pensamento contemporâneo na ótica do desenvolvimento sustentável.

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. M. **Comentário sobre o artigo "Desaquecimento Glogal".** Disponível em: <ffma@uol.com.br> Acesso em: 31 mar. 2010.

ANTUNES, P. B. **Direito Ambiental.** 16. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

BOBBIO, N. **A era dos direitos.** Tradução: Carlos Nelson Coutinho. Apresentação: Celso Lafer. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 7. Reimpressão.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 05 out. 1988. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 07 jun. 1990.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências (PNMA). **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 02 set. 1981.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.00, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1.989. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 09 jan. 1997.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 13 fev. 1998. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre a Mudança do Clima (PNMC). **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Edição Extra, Brasília, DF, 30 dez. 2009.

COATES, D.R. ***Environmental geology***. *New York: John Wiley & Sons*, 1981. 701 p.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum.** 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 1991, 230 p.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Poluição; contaminação do solo por atividades industriais.** Disponível em: **<**https://cetesb.sp.gov.br/solo/poluicao/> Acesso em: 03 jul. 2020.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/informacao_publica/geologia_ambiental-06.pdf> Acesso em: 06 jul. 2020.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Difusao-do-Conhecimento-134> Acesso em: 08 jul. 2020.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **GEODIVERSIDADE/GEOLOGIA AMBIENTAL. Áreas de atuação: Geoquímica Ambiental/Geomedicina**. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/publique/media/informacao_publica/rel_anual_2015.pdf> p. 11. Acesso em: 01 ago. 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 306, de 05 de julho de 2002: Estabelece os requisitos mínimos e o termo de referência para realização de auditorias ambientais, 2002. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 06 jul. 2002.

FLORIDES, G. A; CHRISTODOULIDES, P. ***Global warming and carbono dioxide through sciences.*** Revista *Environment International*, v. 35 (2), p. 390-401, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2008.07.007> Acesso em: 03 jul. 2020.

FUKUSHIMA acidente nuclear. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/261/entenda-o-acidente-nuclear-em-fukushima-no-japao> Acesso em: 28 jul. 2020.

GRANZIERA, M. L. M. **Direito Ambiental.** 3. ed. rev. e atualizada. São Paulo: Atlas, 2014. 808 p.

HECHT, L. ***The Coming (or Present) Ice Age:*** *a long-term perspective on the current global warmin fad*. Revista *21st. Century, Winter,* 1993-1994, p. 23-35. Disponível em: <http://21sci-tech.com/Articles%202005/ComingPresentIceAge.pdf> Acesso em: 03 jul. 2020.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Geologia Aplicada ou Geologia de Engenharia.** Disponível em: <http://www.ipt.br/noticia/1004-geologia_ambiental.htm> Acesso em: 01 ago. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/3177-mudancas-climaticas> Acesso em: 17 jul. 2020.

INTERNATIONAL UNION OF GEOLOGICAL SCIENCES (IUGS). Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br:8080/bitstream/cetem/1283/3/Tend%C3%AAnciasParte1.3.pdf> Acesso em: 07 jul. 2020.

MATEO, R. M. **Tratado de derecho ambiental.** Madrid: Edisofer, 2003. 364 p.

MILARÉ, É. **Direito do Ambiente**: Doutrina – Jurisprudência – Glossário. 4. ed. rev. atual. ampl. São Paulo (SP): Revista dos Tribunais, 2001. 783 p.

MILARÉ, É. **Direito do Ambiente.** 9. ed. rev. atual. ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2014. 1680 p.

NANCE et al. ***The supercontinent cycle:*** *a retrospective essay.* REVISTA *GONDWANA RESEARCH*, v. 25 (1), p. 4-29. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.er.2012.12.026> Acesso em: 17 jul. 2020.

NATURE CLIMATE CHANGE. Disponível em: <https://news.un.org/pt/tags/revista-nature-climate-change> Acesso em: 24 jul. 2020.

OLIVEIRA, M. J.; CARNEIRO, C. D. R.; VECCHIA, F. A. S.; BAPTISTA, G. M. M. **Ciclos climáticos e causas naturais das mudanças do clima.** Revista *Terrae Didatica*. V. 13 (3), p. 149-184, 2017. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/> Acesso em: 17 jul 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Eco-92), **Cúpula da Terra**, Cimeira do Verão, Conferência do Rio de Janeiro e Rio 92, de 3 a 14 de junho de 1992. **Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (*UNFCCC*, 1992)**.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU/BRASIL). **A ONU e a mudança climática.** Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/mudanca-climatica/#:~:text=A%20ONU%20e%20a%20mudan%C3%A7a,maneira%20global%20e%20sem%20precedentes> Acesso em: 25 jul. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Conferência das Nações Unidas sobre mudança climática, COP21/CMP11**. Paris, de 30 de novembro a 11 de dezembro de 2015. **21ª Conferência das Partes (COP-21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) e a 11ª Reunião das Partes no Protocolo de Quioto (MOP-11).** Disponível em: <https://nacoesunidas.org/cop21/> Acesso em: 25 jul.2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Pandemia de sars-cov-2.** Disponível em: <https://www.unasus.gov.br/noticia/organizacao-mundial-de-saude-declara-pandemia-de-coronavirus> Acesso em: 25 jul. 2020.

PETIT, J. R. et al. ***Climate and atmospheric history of the past 420.000 years from the Vostok ice core, Antarctica.*** Revista *Nature,* v. 399 (6735), 1999, p. 429-436. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/20859> Acesso em: 17 jul. 2020.

REALE, M. **Filosofia do Direito**. 19. ed. São Paulo: Saraiva, 1999,. 779 p.

REALE, M. **Teoria Tridimensional do Direito**. 5. Ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

REALE, M. In: **ÂMBITO JURÍDICO.** Disponível em: <https://ambitojuridico.com.br/cadernos/direito-civil/a-ideia-de-sistema-nas-varias-concepcoes-jusnaturalistas/> Acesso em: 01 jul. 2020.

RODRIGUES, M. A. **Direito Ambiental Esquematizado.** 7. ed. In: LESSA, P. (coord.). São Paulo: Saraiva, 2020, 776 p.

SCAFETTA, N. ***Problems in modeling and forecasting climate change.*** *CMIP5 General circulation models versus a semi-empirical model based on natural oscillations. INTERNATIONAL JOURNAL OF HEAT AND TECHNOLOGY*, v. 34, *Special Issue* 2, p. 5435-5442. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18280/iiht.34Sp02351> Acesso em: 03 jul. 2020.

SÉGUIN, E. **O direito ambiental:** nossa casa planetária**.** 3. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2006.

SILVA, J. R. B. **Contribuições da Geologia para o Desenvolvimento Sustentável do Turismo no Município da Estância Turística de Paraguaçu Paulista (SP).** 2004. 113 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE). Universidade Estadual Paulista (Unesp). Rio Claro (SP). 2004.

SILVA, J. R. B. **Subsídios Geológicos para o Planejamento e Gestão Ambiental do Turismo em Estâncias:** Estudo de Caso em Paraguaçu Paulista (SP). 2008. 191 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE). Universidade Estadual Paulista (Unesp). Rio Claro (SP). 2008.

SILVA, J. R. B. **Geoconservação do Patrimônio Geológico do Estado de São Paulo e sua Disponibilização para o Geoturismo.** 2010. 82 f. Relatório Científico (Pós-Doutorado em Geociências Aplicadas ao Ensino) – Instituto de Geociências (IG). Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Campinas (SP). 2010.

SILVA, J. R. B.; CARNEIRO, C. D. R. **Desaquecimento global.** Disponível em: <http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20100331/not_imp531753,0.php> Acesso em: 10 jul 2020.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). **Programas de Pós-Graduação em Geologia Ambiental.** Disponível em: <http://igc.usp.br/posgraduacao/rmh/> Acesso em: 03 jul. 2020.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP). Instituto de Geociências (IGEO). **Programas de Pós-Graduação em Geociências.** Departamento de Geociências Aplicadas ao Ensino (DGAE). Departamento de Geologia e Recursos Naturais (DGRN). Disponível em: <https://portal.ige.unicamp.br/pos-graduacao/programas/geociencias> Acesso em: 03 jul. 2020.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" (UNESP), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro (SP). **Geologia aplicada ao Meio Ambiente.** Disponível em: <https://igce.rc.unesp.br/#!/geologia-aplicada> Acesso em: 03 jul. 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (UFPE). **Geologia Aplicada.** Disponível em: <https://www.ufpe.br/ppgeoc> Acesso em: 01 ago. 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ). Instituto de Geociências (IGEO). **Estudo geoambiental.** Disponível em: <https://igeo.ufrj.br/> Acesso em: 03 jul. 2020.

WALMAN, M. **Natureza e sociedade como espaço de cidadania.** In: PINSKY, J.; PINSKY, C. B. (orgs.). História da Cidadania. São Paulo: Contexto, 2003.

6. GLOSSÁRIO

Água salina: é um termo geral para água que contém uma concentração significativa de sais dissolvidos. A concentração é geralmente expressa em partes por milhão (ppm) de sal. O termo geralmente reserva-se a concentrações acima de 1000 ppm.

Águas interiores, superficiais e subterrâneas: são aquelas que abastecem o interior continental, sendo compostas pelas águas superficiais, que se acumulam na superfície terrestre e formam rios, riachos, lagos, pântanos e mares restritos. Por não penetrarem no solo e o acesso a elas ser mais fácil, são, atualmente, a principal fonte de abastecimento do planeta. As águas subterrâneas são aquelas que ocorrem naturalmente ou artificialmente no subsolo (Resolução Conama nº 396/2008). Esse tipo de água está presente no subsolo do planeta, principalmente, em espaços vazios entre rochas. Essas águas representam importante fatia da água doce do planeta e estão presentes, principalmente, nos aquíferos. Em muitos locais a extração das águas subterrâneas é complexa, em razão da profundidade do lençol freático ou da presença de rochas muito duras, o que torna o seu uso mais difícil e caro.

Antártida: também denominada no Brasil por Antártica é o mais meridional e o segundo menor dos continentes (maior apenas que a Austrália). Rodeia o polo sul, e por esse motivo está quase completamente coberta por enormes geleireas (glaciares), exceção feita a algumas zonas de elevado aclive nas cadeias montanhosas na extremidade norte. Sua formação se deu pela separação do antigo supercontinente *Gondwana* há aproximadamente 100 milhões de anos e seu resfriamento aconteceu nos últimos 35 milhões de anos. É o continente mais frio, mais seco, com a maior média de altitude e de maior índice de ventos fortes do planeta. Registrou a temperatura mais baixa da Terra (-93,2 °C), sendo que a temperatura média na costa, durante o verão é de -10 °C; no interior do continente é de -40 °C. Muitos autores o consideram um grande deserto polar, pela baixa taxa de precipitação no interior do continente. A altitude média da Antártida é de aproximadamente 2.000 metros. Ventanias com velocidades de aproximadamente 100 km/h são comuns e podem durar vários dias. Ventos de até 320 km/h já foram registrados na área costeira. Juridicamente, a Antártida está sujeita ao Tratado da Antártica, pelo qual as várias nações que reivindicavam territórios no continente (Argentina, Austrália, Chile, França, Noruega, Nova Zelândia e Reino Unido) concordaram em suspender as suas reivindicações, abrindo o continente à exploração científica.

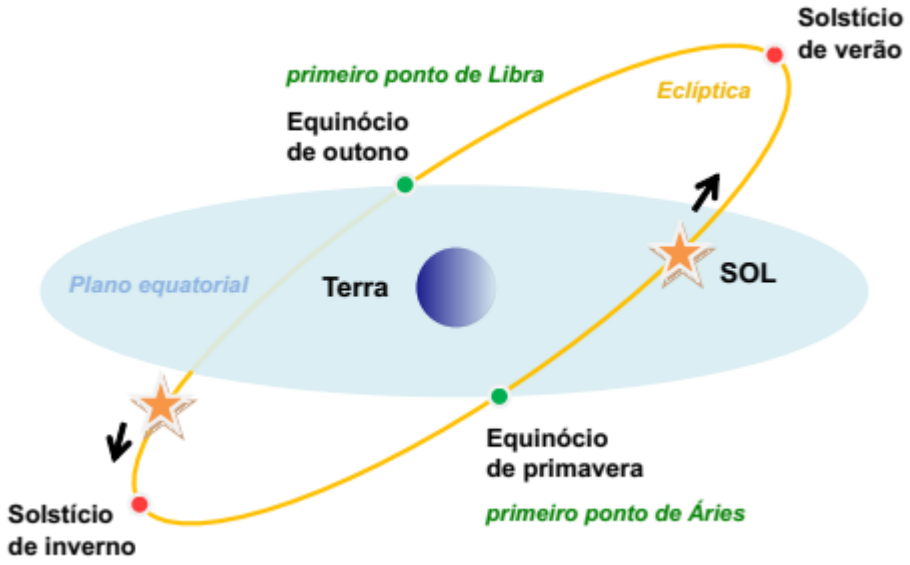
Aquecimento climático global antropogênico: é a essência deste trabalho. Algumas das questões mais debatidas da humanidade atual dizem respeito ao clima global, sua variabilidade natural, previsibilidade e principalmente sua suscetibilidade a ação humana. O debate em torno do aquecimento global e de suas causas, naturais (geológicas) ou antropogênicas (provocadas pelo ser humano ou de gênese antropológica, é um tema polêmico com considerável repercussão midiática. Do grego, *antropus* - homem. Num sentido mais amplo podemos entender a antropologia como a ciência que estuda as relações humanas e a cultura; ou contracultura se for degradadora do meio ambiente.

Aquecimento local: o planeta Terra está repleto de imensas manchas urbanas onde o clima local sofreu transformações drásticas e provocando aquecimento local causado pela

ocupação desordenada do solo, pelo desmatamento e por outras ações humanas degradantes da natureza no meio urbano e tornando o clima mais quente.

Arcabouço tectônico: são as estruturas primárias sobre as quais se instalaram as formações geológicas de uma região, com seus traços demostrando os processos que as formaram e sobre as quais os fenômenos geológicos se sucederam no tempo dando conformação aos terrenos atuais aflorantes à observação geológica.

Astronomia aplicada às mudanças climáticas:
(A) Obliquidade; (B) Excentricidade; (C) Longitude do Periélio; (D) Radiação solar; (E) Nível do mar; (F) Temperatura global. Zero (0) refere-se ao ano 2.000: referência temporal tomada como base o final do século XX e os fatores de:
(A) Obliquidade (da eclíptica): em astronomia é a inclinação (23° 27' em média) do plano da eclíptica sobre o do equador celeste sendo que o plano da eclíptica é o plano da órbita da Terra ao redor do Sol.
(B) Excentricidade: mede o desvio da órbita da Terra a partir de uma órbita circular. Ele varia de 0 para uma órbita circular a 1 em uma órbita altamente elíptica. Mas a excentricidade da órbita da Terra varia entre 0 e 0,06 por cada 100 000 anos.
(C) Longitude do Periélio: é o ângulo medido a partir do equinócio vernal para leste sobre a eclíptica do planeta Terra até o nó ascendente da sua órbita. Trata-se de um dos elementos orbitais.



O sol encontra-se no ponto de libra no equinócio vernal de outono no hemisfério norte e de primavera no hemisfério sul, o que ocorre por volta do dia 23 de setembro de cada ano.
(D) Radiação solar: é a designação dada à energia radiante emitida pelo Sol, em particular aquela que é transmitida sob a forma eletromagnética e conhecida como raio infravermelho (predomina antes do meio-dia) ou ultravioleta (predomina depois do meio-dia).
(E) Nível do mar e altitude: é a distância de um ponto na superfície terrestre em relação ao nível do mar mais próximo daquele ponto determinado por cálculos da Geodésia que é a ciência das medições terrestres considerando que nosso planeta é um elipsoide de rotação em torno de seu eixo e em torno do Sol (translação).
(F) Temperatura global: a temperatura média da Terra. Esta se elevou desde meados do século XIX e no período de 1880–2012, combinando os registros dos oceanos e dos continentes, aumentou em média 0,85 °C, com uma faixa de variação de 0,65 a 1,06 °C.

Atmosfera: camada de gases que envolve o planeta e é retida pela sua atração gravitacional; camada de ar que envolve a Terra. Do grego antigo: *ἀτμός*, vapor, ar, e *σφαῖρα*, esfera = esfera de ar entorno da Terra.

Baixo carbono: é a expressão de ordem para a economia do século XXI e significa inovar processos produtivos e soluções tecnológicas que resultem em menor impacto sobre o clima do planeta, com destaque para a busca de eficiência e alternativas energéticas, redução de emissões e gestão em sustentabilidade.

Biocombustíveis: são derivados de biomassa renovável, oriunda de vegetais e que podem substituir, parcial ou totalmente, combustíveis derivados de petróleo e gás natural em motores a combustão ou em outro tipo de geração de energia.

Biosfera (ou ecosfera): conjunto de todas as partes do planeta Terra onde existe ou pode existir vida e que abrange regiões da litosfera (rochas), da hidrosfera (água) e da atmosfera (ar).

Buraco do metrô de Pinheiros: um acidente no canteiro de obras da estação Pinheiros da linha 4 - Amarela do Metrô (zona oeste), às 15h de 12 de janeiro de 2007, ampliou um buraco usado para descer veículos e equipamentos, engoliu pelo menos seis veículos, interditou por 1h40min a marginal Pinheiros, evacuou prédios vizinhos e provocou a interdição de pelo menos 80 residências.
Com o desmoronamento, uma cratera de 100 metros de diâmetro por 30 m de altura, em processo de dilatação, foi formada no espaço entre as ruas Capri e Gilberto Sabino, junto à marginal Pinheiros, na Cidade de São Paulo, ocasionando a morte de 7 pessoas. A causa indicada para o desabamento — segundo testemunhas de defesa e acusação, além de laudos técnicos — foi a existência de rochas de material menos resistente alojadas abaixo de outras mais firmes, o que impediu que fossem descobertas para um eventual ajuste no projeto.

Calota de gelo polar, fusão da: é uma região de latitude elevada do planeta, centrada na região polar, que está coberta por gelo. Os polos terrestres encontram-se cobertos essencialmente por gelo de água. A fusão é o derretimento deste gelo provocando o aumento do nível do mar.

Carta geotécnica: é um documento cartográfico que traz informações sobre as características do meio físico e problemas existentes ou esperados. É uma ferramenta que pode ser utilizada para o planejamento urbano de determinada área, definindo se ela pode ser ocupada ou como deve ser ocupada.
No Brasil, várias regiões são afetadas por ocupação indiscriminada de encostas, zonas alagadas ou sujeitas a inundações e deslizamentos. Nos anos 70, a Casa Militar do Estado de São Paulo, por meio da Coordenadoria de Defesa Civil, convidou o IPT para indicar soluções de estabilização para os frequentes e trágicos deslizamentos dos morros de Santos e São Vicente. Essa região vinha sofrendo com esses problemas desde a década de 20, provocando dezenas de vítimas fatais nos acidentes ocorridos em 1929 e 1956. Foi quando surgiu a primeira carta geotécnica no Brasil.

Ciclos de *Milankovitch*: formam uma sequência de variação orbital que ocorre periodicamente, fazendo com que a radiação solar chegue de forma diferente em cada hemisfério terrestre (norte e sul da linha do equador) de tempos em tempos. Esta variação provoca as variações glaciares, que são períodos de longos verões e longos invernos. O astrofísico sérvio *Milutin Milankovitch*, que empresta o nome a tais ciclos, é o autor conhecido por desenvolver uma das teorias mais significativas relacionadas aos movimentos da Terra e as mudanças climáticas a longo prazo. De acordo com as descobertas matemáticas de *Milankovitch*, a intensidade dos efeitos da insolação varia com a latitude terrestre. A influência do ciclo de obliquidade, a inclinação do eixo da Terra, que oscila aproximadamente a cada 41 mil anos, é maior nas regiões polares, tornando-se mais fraca em direção ao equador. Por outro lado, a influência do ciclo de precessão, cujo período é de cerca de 22 mil anos, provocando a variação da distância entre a Terra e o Sol, é menor nos polos e maior no equador. Como a quantidade de radiação recebida em uma dada latitude e estação é determinada pelo ângulo de inclinação e pela distância entre a Terra e o Sol, a forma da curva de radiação varia sistematicamente do polo ao equador. *Milankovitch* também fez cálculos que apresentavam a resposta quantitativa dos mantos de gelo às mudanças na radiação solar. Publicou seus resultados em 1938, mostrando as variações em latitude das margens dos mantos de gelo para os últimos seiscentos e cinquenta mil anos, utilizados em cálculos matemáticos atuais que agregaram a excentricidade da Terra (um elipsoide de rotação e translação) como um fator indutivo importante nas glaciações decamilenares.

Combustíveis fósseis: são combustíveis formados por meio de processos naturais, como a decomposição de organismos, animais ou vegetais, mortos soterrados (fossilizados). Contêm alta quantidade de carbono, usados para alimentar a combustão (queima do material e produção de calor e movimento a partir de motores de explosão, como os veículos movidos à gasolina e óleo díesel, principalmente e o carvão, mineral ou vegetal, que promovem a combustão em caldeiras ou fornalhas industriais.

Contaminação: mais afeita ao conceito de área contaminada como sendo área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria que contenha quantidades ou concentrações de quaisquer substâncias ou resíduos em condições que causem ou possam causar danos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outro bem a proteger, que nela tenham sido

depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de forma planejada, acidental ou até mesmo natural.

Crosta terrestre: é a camada mais externa do planeta Terra. É a parte superior da litosfera, com uma espessura variável de 5 a 70 km. É constituída principalmente por basalto e granito e fisicamente é menos rígida e mais fria do que o manto e o núcleo da Terra.

Decomposição da luz branca (a luz do Sol): fenômeno de dispersão da luz solar observado geralmente nos arco-íris ou fisicamente através de um prisma:

Degradação (ambiental): é a deterioração do meio ambiente através do esgotamento de recursos como ar, água e solo; a destruição de ecossistemas; destruição de habitat; a extinção da vida selvagem; e poluição. É definido como qualquer alteração ou perturbação do ambiente considerada prejudicial ou indesejável.

Desertificação: processo de modificação ambiental ou climática severa que leva à formação de uma paisagem árida ou de um deserto propriamente dito.

Diáspora: o termo (em grego clássico: διασπορά, "*dispersão*") define o deslocamento, normalmente forçado ou incentivado, de muitas grandes massas populacionais originárias de uma zona determinada para várias áreas de acolhimento distintas.

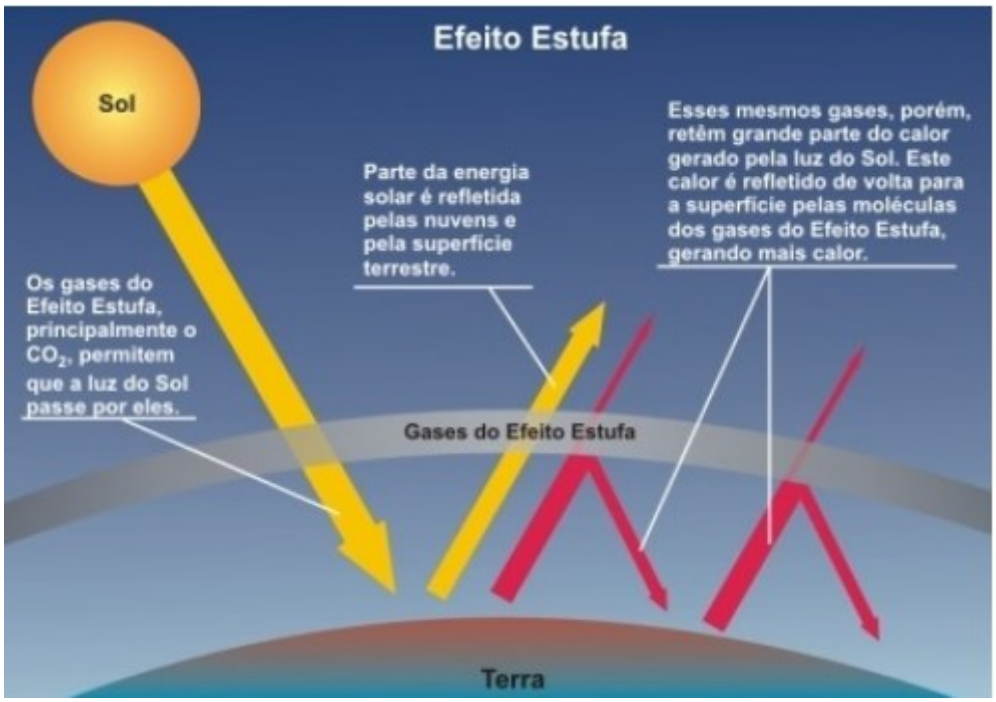
Dinâmica interna e externa do Planeta Terra: são movimentações de massa causadas por diferentes fatores, que se dividem em internos (vindos da ação de dentro das camadas da Terra, motivadas por sua própria força e energia intrínsecas) e externos (oriundos de fatores extrínsecos, como chuva, vento e rios). Ambas têm como resultado uma constante mudança ou modelamento do nosso relevo.

Direito Ambiental – fase holística: foi inaugurada com a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/81), “na qual o ambiente passa a ser protegido de maneira integral, vale dizer, como sistema ecológico integrado e com autonomia valorativa”.

Ecologia: é a ciência que estuda o conjunto formado pelo meio ambiente físico, ou seja, o biótopo (formado por fatores abióticos como: solo, água, ar) mais a comunidade (formada por componentes bióticos - seres vivos) que com o meio se relaciona.

Ecossistema: sistema composto pelos seres vivos (meio biótico) e o local onde eles vivem (meio abiótico, onde estão inseridos todos os componentes não vivos como os minerais, as rochas, o clima, a luz solar e todas as relações destes com o meio e entre si.

Efeito estufa: é um fenômeno natural ocasionado pela concentração de gases na atmosfera, os quais formam uma camada que permite a passagem dos raios solares e a absorção de calor. Esse processo é responsável por manter a Terra em uma temperatura adequada, garantido o calor necessário. Porém, quando camadas de gases poluentes se acumulam na atmosfera, não permitem a volta dos raios solares refletidos na superfície terrestre ocasionando aumento anormal de temperatura numa região, geralmente no centro de grandes cidades industrializadas.



Eficiência energética: é o ato ou efeito de se economizar energia no mesmo objetivo, fazendo o mesmo com o menos, adotando-se novas tecnologias e evitando-se aumento de produção de energia com fontes diretamente impactantes ao meio ambiente ou indiretamente por meio da emissão dos gases de efeito estufa, adquirindo eletrodomésticos com a etiqueta ENCE-Etiqueta Nacional de Conservação de Energia.

Emissões: processos ou atividades econômicas que emitem gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera. Podem ser monitorados periodicamente, como um Inventário de GEE, que assim se torna numa ferramenta de gestão de gases, possibilitando conhecer o perfil das emissões de GEE da entidade inventariante. Geralmente, os Inventários de GEE corporativos são realizados com recortes temporais anuais, facilitando o seu planejamento e a sua comparabilidade. Em empresas que possuem um sistema de gestão e monitoramento de emissões de gases de efeito estufa, os resultados podem ser obtidos com maior frequência, normalmente em recortes semanais ou mensais. Um monitoramento mais frequente de emissões é fundamental para o acompanhamento de metas e de avaliação da performance dos investimentos em equipamentos, tecnologias e processos de baixa emissão. Uma fonte de emissão pode ser entendida como um equipamento ou processo no qual ocorre a liberação de um ou mais GEE para a atmosfera. Como exemplo, os motores de combustão interna, equipamentos que consomem eletricidade, caldeiras industriais, entre outras.
Além disso, os inventários também podem contabilizar as remoções de gases de efeito estufa. Um sumidouro de remoção, em oposição a uma fonte de emissão, é um equipamento ou processo no qual ocorre o sequestro do carbono. Sumidouros são, em sua maioria, originados em processos biológicos, como a fotossíntese. Entretanto, podem ocorrer também por meio de equipamentos e aplicações tecnológicas, como os sistemas de Captura e Estoque de Carbono, do inglês *Carbon Capture and Storage* (CCS). O Protocolo de Kyoto regula seis gases de efeito estufa que são controlados pelos Inventários de GEE. Destes, os mais comuns são: CO_2 (Dióxido de Carbono), CH_4 (Metano), N_2O (Óxido Nitroso). Além desses, ainda temos o SF_6 (Hexafluorido de Enxofre) e dois grupos de gases de efeito estufa denominados HFC (Hidrofluorcarbonos) e os PFC (Perfluorcarbonos).

Enchentes e inundações:
Enchente (ou cheia): temporária elevação do nível d'água normal da drenagem, devido a acréscimo de descarga.
Inundação: tipo particular de enchente, na qual a elevação do nível d'água normal atinge tal magnitude que as águas não se limitam à calha principal do rio, extravasando para áreas marginais, habitualmente não ocupadas pelas águas.
Alagamento: acúmulo de água em regiões urbanas.

Energias renováveis não convencionais: são aquelas em que a sua produção, convertida em energia elétrica, e uso são renováveis e podem ser mantidas e aproveitadas ao longo do tempo sem possibilidade de esgotamento da fonte originária, como exemplos, a energia eólica, cuja fonte são os ventos, e a energia solar. Vários países do mundo inteiro estão investindo muitos recursos em projetos que utilizam as fontes de energia, também chamadas de alternativas: energia solar, energia eólica, energia geotérmica, biodiesel, hidrogênio, marés, etanol (álcool) e biomassa resultante de subprodutos industriais, como a palha da cana e a manipueira (massa aquofibrosa amilácea) da mandioca. Essas fontes de energia renováveis são abordadas em projetos para uma menor contribuição para o

aquecimento da Terra e também para tentar alcançar cada vez mais uma independência com relação ao petróleo.

***Éon* Fanerozoico:** na escala de tempo geológico, o Fanerozoico (grego transliterado: *phaneros* significa "visível" e *zoikos*, "vida") é o *éon* geológico que abrange os últimos 542 milhões de anos que propiciaram a proliferação da vida no planeta Terra.

Escala de *Richter*: números relativos que medem a intensidade dos terremotos que assolam a crosta terrestre. Também conhecida como escala de magnitude local de terremoto, é uma escala logarítimica arbitrária, de base 10, utilizada para quantificar a magnitude de um sismo ou terremoto. A escala foi construída calculando o logaritmo da amplitude horizontal combinada (amplitude sísmica) do maior deslocamento a partir do zero num tipo particular de sismógrafo (aparelho que mede a intensidade do terremoto) de torção, o sismógrafo de Wood-Anderson. *Charles Francis Richter* (Hamilton, 26 de abril de 1900,Pasadena, Califòrnia, 20 de abril de 1985) foi um sismólogo estadunidense que, em colaboração com Beno Gutenberg, propôs uma escala que quantifica a grandeza (energia libertada) pelos terremotos, que ele usou pela primeira vez em 1935. Richter e Gutenberg trabalhavam então no Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech).

Escala do tempo geológico: representa a linha do tempo desde a formação da Terra, há 4,5 bilhões de anos, até o presente, dividida em *éons*, eras, períodos, épocas e idades, que se baseiam nos grandes eventos geológicos da história do planeta.

Estuário: desembocadura larga de um rio, sensível aos efeitos das marés; braço de mar que se forma pela foz ou desembocadura de um rio.

Estrutural e geotectônica: disciplina de formação profissional do geólogo que cuida do substrato rochoso e ambiental sobre o qual os fenômenos geológicos se instalaram e trouxeram a evolução crustal daquele ambiente no passado geológico.

Evaporação: processo físico que consiste na passagem lenta e gradual de um estado líquido para um estado de vapor, em função de aumento natural ou artificial de temperatura.

Gaia: Geia ou Gé (em grego: Γαία, transl.: Gaía), na mitologia grega, é a Mãe-Terra, como elemento primordial e latente de uma potencialidade geradora imensa. Segundo Hesíodo, no princípio surge o Caos (o vazio) e dele nascem Gaia (a Terra), Tártaro (o abismo), Eros (o amor), Érebo (as trevas) e Nix (a noite).

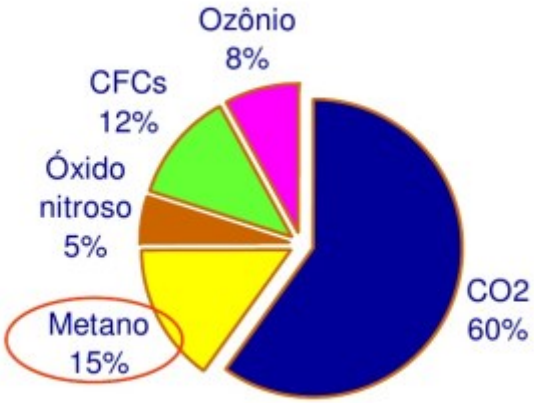
Galáxia: é um grupo de estrelas com nuvens de gás e partículas de poeira que se movem juntas pelo universo. Existem bilhões de galáxias no universo. Elas se constituíram, provavelmente, há bilhões de anos, assim que o universo começou a se formar. A Galáxia do Rodamoinho é uma imensa galáxia espiral chamada "Via Láctea", em que está localizado o Sistema Solar. É composta por estrelas, astros menores, gás, poeira e matéria escura (buracos negros). Ela recebeu esse nome (Via Láctea ou "estrada do leite") em virtude do seu aspecto esbranquiçado, de aparência leitosa, que pode ser visto em noites de inverno em locais sem nuvens ou poluição. Há consenso de que existem buracos negros supermassivos no centro da maioria das galáxias. A presença de um buraco negro pode ser inferida por meio da interação com outra matéria e com radiação eletromagnética, a luz visível.

Via Láctea

Buracos negros de duas galáxias

Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/astronomos-detectam-a-maior-colisao-de-buracos-negros-ja-registrada/> Acesso em: 04 set. 2020. Segundo a fonte, este evento aconteceu há 7 bilhões de anos (lembre-se que a Terra foi gerada há 4,5 bilhões de anos) e gerou uma singularidade raríssima e de porte intermediário, com 142 vezes a massa do Sol.

Gases do Efeito Estufa (GEE): são substâncias gasosas que absorvem parte da radiação infravermelha, emitida principalmente pela superfície terrestre, e dificultam seu escape para o espaço, mantendo a Terra aquecida. Os principais são:



Sendo que o metano (em destaque) é produzido principalmente pela pecuária na zona rural.

Geleira: ou glaciar é uma grande e espessa massa de gelo formada em camadas sucessivas de neve compactada e recristalizada de várias épocas, em regiões onde a acumulação de neve é superior ao degelo.

Geologia e geossistema: é a representação da organização espacial resultante da interação dos componentes físicos da natureza (sistemas), aí incluídos clima, topografia,

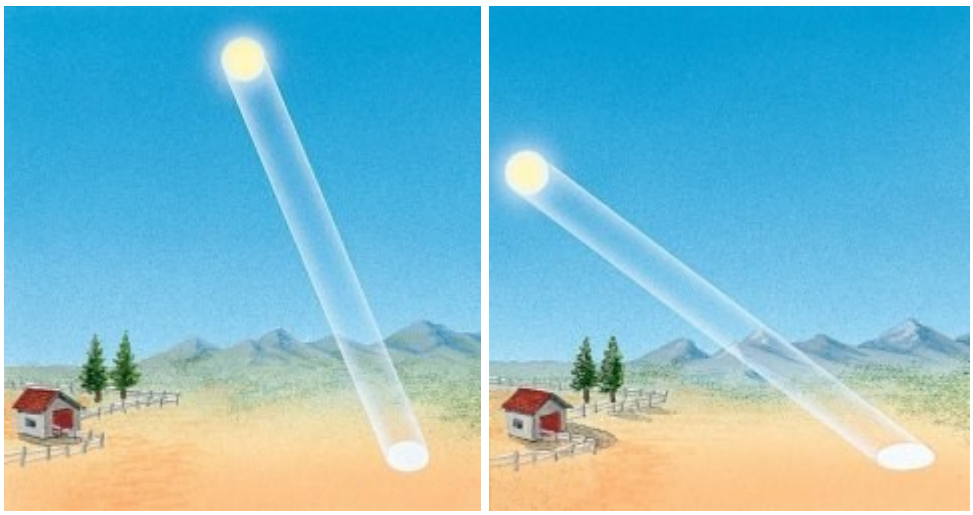
rochas, águas, vegetação e solos, dentre outros, podendo ou não estarem todos esses componentes presentes.

Glaciação, ciclo ou era glacial / interglacial: é a denominação ao período de tempo em que camadas espessas de gelo cobrem vastas áreas da Terra. O período interglacial, ou fase interglaciar, é caracterizado por temperaturas médias mais quentes e consequente descongelamento das geleiras, enquanto as eras glaciais são períodos de muito frio, onde a temperatura da Terra é muito baixa provocando o aumento das geleiras.

Graus Celsius: escala Celsius (unidade °C), também conhecida como escala centígrada, é uma escala termométrica do sistema métrico usada na maioria dos países do mundo. Teve origem a partir do modelo proposto pelo astrônomo sueco *Anders Celsius* (1701-1744).

Influência antropogênica: é aquela derivada de atividades humanas, em oposição àquela que ocorre em ambientes naturais sem influência humana.

Insolação: é a quantidade de energia solar que atinge uma unidade de área da Terra, durante uma unidade de tempo. A insolação varia de acordo com o lugar, com a hora do dia e com a época do ano.



Irradiação solar: saída dos raios solares do Sol e chegada à Terra.

Manejo ecológico: forma de interferência em um meio ambiente de forma a respeitar e conservar suas características de equilíbrio e manutenção da vida em ecossistema natural.

Mapa geológico: é um documento emitido como resultado do mapeamento geológico, que é uma investigação realizada por geólogos com o intuito de identificar as rochas que ocorrem em determinada área, a presença de deformações, falhas, fraturas e outras informações geológicas, mostrando, em planta horizontal, a localização e compilação dos dados obtidos no trabalho de campo.

Mar territorial: é uma faixa de águas costeiras que alcança 12 milhas (22 quilômetros) a partir do litoral de um Estado, que é considerado parte do território soberano daquele Estado (excetuados os acordos com Estados vizinhos cujas costas distem menos de

24 milhas náuticas (44 quilômetros). A largura do mar territorial é contada a partir da linha de base, isto é, a linha de baixa-mar ao longo da costa, tal como indicada nas cartas marítimas de grande escala reconhecidas oficialmente pelo Estado costeiro.

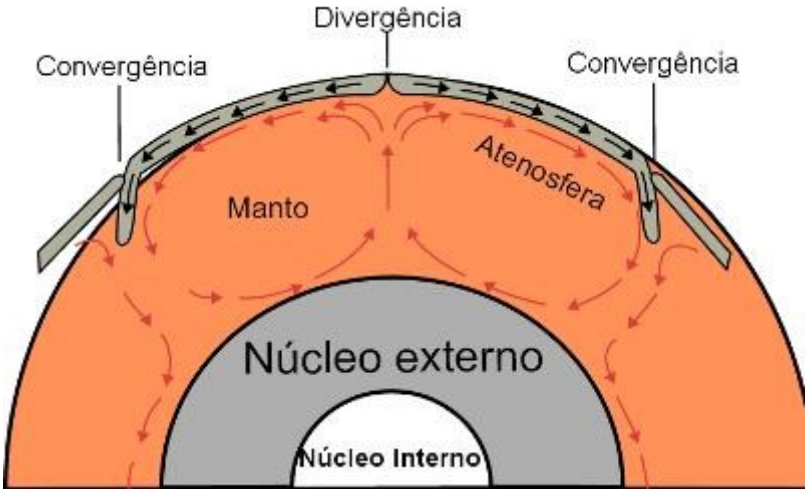
Mecânica celeste: é o ramo da astronomia que estuda os movimentos dos corpos celestes (naturais ou não). A principal força determinante dos movimentos é a gravitacional.

Medidas mitigadoras: consistes naquelas que têm como objetivo minimizar ou eliminar, preventivamente, eventos adversos que se apresentam com potencial para causar prejuízos aos itens ambientais destacados nos meios físico, biótico e antrópico; bem como, se instauradas, compensar seus efeitos com realizações outras também de interesse daquela coletividade.

Meio ambiente: natural, artificial, cultural, do trabalho e patrimônio genético: o meio ambiente, enquanto bem jurídico tutelado pode ser enquadrado sob cinco prismas diferenciados:

- Meio ambiente natural (ou físico): é composto pelos recursos naturais: água, solo, ar atmosférico, fauna e flora.
- Meio ambiente artificial: é formado pelos espaços urbanos, incluindo as edificações que são os espaços urbanos fechados, como por exemplo, um prédio residencial e os equipamentos públicos urbanos abertos, como uma via pública, uma praça, dentre outros. Via de regra, o meio ambiente artificial tem seus olhos voltados para a cidade, o que em absoluto, não quer significar aversão ao rural, posto que no conceito de cidade está implícita a ideia relativa à espaços habitáveis, como um todo.
- Meio ambiente cultural: é o patrimônio cultural nacional, incluindo as relações históricas. culturais, turísticas, arqueológicas, paisagísticas e naturais.
- Meio ambiente do trabalho: é o local onde homens e mulheres desenvolvem suas atividades laborais. Deste modo, para que este local seja considerado adequado para o trabalho, deverá apresentar além de condições salubres, ausência de agentes que coloquem em risco o corpo físico e a saúde mental dos trabalhadores. A tutela mediata do meio ambiente do trabalho se encontra no art. 225, em quanto que no artigo 200, VIII, a CF/88, tutela imediatamente o meio ambiente do trabalho, ao afirmar que compete ao Sistema Único de Saúde- SUS, colaborar na proteção do meio ambiente, nele compreendido o do trabalho.
- Patrimônio genético: são propriedades apresentadas em forma de moléculas, substâncias metabólicas e extratos retirados de organismos com ou sem vida que possuem amostras de materiais de espécies vegetais, fúngicos, microbianos ou animal que foram coletados em um território nacional como acervo da vida daquela comunidade.

Mobilidade crustal: movimento de células de convecção de calor presentes no manto ocasionando-lhe:



Nesse sentido, as placas tectônicas estão se movimentando, mas nem sempre no mesmo sentido, o que provoca o afastamento entre elas, em alguns casos, ou a colisão, em outros, havendo ainda os movimentos laterais, constituindo-se o que geologicamente se conhece como mobilidade crustal.

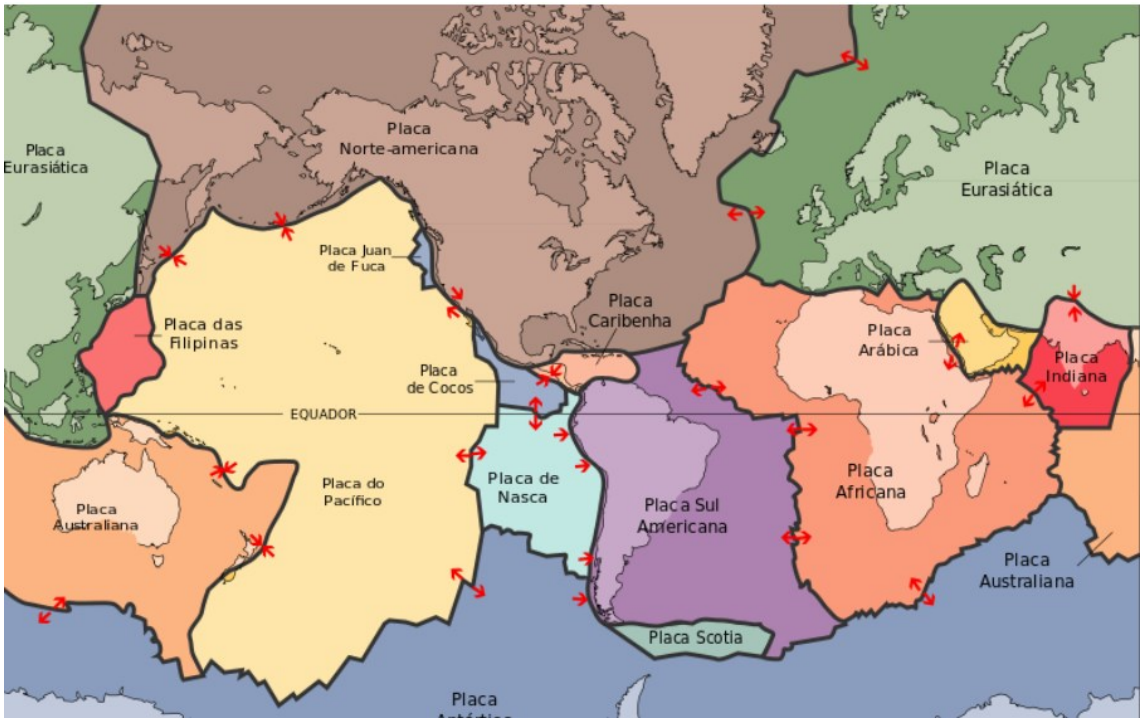
Níveis pré-industriais: O acordo climático de Paris (2015) estabeleceu o objetivo de manter o que chama de aquecimento global abaixo de 2ºC em comparação com os níveis pré-industriais até 2100. Esforços devem ser realizados para que o aumento fique abaixo de 1,5 graus Celsius. Mas um artigo de cientistas dos Estados Unidos e do Reino Unido sugeriu que o acordo não se baseou em uma definição clara do que seja 'nível pré-industrial'. Dessa forma, haveriam sérias implicações à probabilidade de exceder a meta estabelecida. A referência utilizada para estabelecer as metas do acordo de Paris foi o quinto relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas – IPCC, na sigla em inglês. O relatório apresentou estimativas a respeito da probabilidade de a temperatura média global aumentar em 1,5ºC e 2ºC acima dos níveis do período entre 1850 e 1900. O problema é que no relatório do IPCC não há uma discussão apropriada sobre qual período representaria melhor o nível pré-industrial. A revolução industrial data de 1750, quando se intensifica a emissão de gases de efeito estufa e o correspondente aumento de suas concentrações atmosféricas. Assim, de acordo com estes cientistas, a linha de base do período entre 1850 e 1900 desconsidera um século de interferência das atividades humanas na temperatura média global do planeta.

Nível eustático do mar: é o nível planetário terrestre obtido por uma alteração do nível das águas do mar em relação ao nível da terra firme, causada por variações do volume de água no oceano global ou por variação do volume global das bacias oceânicas. A variação do nível do mar está associada a dois fatores, a eustasia e a isostasia. Esta se relaciona com os movimentos tectônicos. A variação do mar localmente (na praia) pode também depender da sua temperatura: quando aumenta, há a transgressão (onda vai); quando diminui, há a regressão (onda vem). A principal causa da eustasia é a variação da quantidade de água presente nos oceanos, devido às alterações climáticas abruptas que ocorrem desde o início do Quaternário (período da escala de tempo geológico em que vivemos), no qual se dá a fusão de calotas polares e/ou o aprisionamento de água em massas de gelo. A causa de mudança do volume das bacias oceânicas, como a que ocorreu com o alargamento do Oceano Atlântico, foi devido à divergência das placas tectónicas e provocou um outro fator que se interliga à eustasia e que é a isostasia. Os movimentos isostáticos, como referido acima, estão diretamente ligados à tectónica de placas, provocando assim a subida e

descida dos continentes e por consequência, o recuo e o avanço do nível da água do mar respetivamente. Uma das principais causas da isostasia é a glacio-isostasia que se dá quando há formação de *inlandsis*, isto é, grandes mantos de gelo que cobrem uma área igual ou superior a 50.000 km². Origem dos vernáculos: 1) do grego, eu + *stásis*, levantamento + ia (levantamento da cadeia de montanhas e rebaixamento do nível do mar em escala planetária); 2) do grego *ísos* + *stásis* + ia: iso, significa igual. Isostasia é o estado de equilíbrio ou de reequilíbrio gravitacional das placas da crosta terrestre e do manto superior, sendo este a camada frágil da parte superior do manto terrestre, também chamada de *astenosfera*, muito plástica, localizada logo abaixo da camada rochosa rígida ou *litosfera* que forma a crosta terrestre suprajacente. Na teoria da "Tectônica de Placas", os continentes (crosta rochosa da Terra emergente) bailam sobre o manto terrestre subjacente em estado de massa fundida pela temperatura e pressão elevada das profundezas da Terra. Quando essas placas sólidas e rígidas continentais chocam ou distendem entre si provocam os terremotos ou quando chocam entre si ou com aquelas do piso oceânico provocam a formação e erupção dos vulcões, como também ondas gigantes dos mares suprajacentes que formam os *tsunamis* ou maremotos. A palavra maremoto vem do latim *mare* (mar) + *motus* (movimento), enquanto *tsunami* vem do latim *tsu* (porto) + *nami* (onda) tem este um sentido mais catastrófico da invasão das ondas gigantes no porto ou áreas marginais dos continentes.

Órbita da Terra: trajetória em forma de elipse alongada que a Terra percorre em torno do Sol por conta de sua atração gravitacional; uma volta completa ao redor do Sol leva um ano sideral (aproximadamente 365 dias) a uma velocidade orbital média de 29,78 km/s.

Placas tectônicas: são grandes blocos rochosos semirrígidos que compõem a crosta terrestre. A Terra divide-se em quatorze principais placas tectônicas, as quais se movimentam sobre o manto de forma lenta e contínua, podendo aproximar-se ou se afastar umas das outras. A movimentação das placas resulta na formação de montanhas, fossas oceânicas, atividades vulcânicas, terremotos e t*sunamis*. Em 1913, *Alfred Wegener* apresentou a Teoria da Deriva Continental, que afirma que, há milhões de anos, as massas de Terra formavam um único supercontinente, chamado Pangeia. Essa teoria foi confirmada por sua sucessora, a chamada Teoria das Placas Tectônicas. A Teoria das Placas tectônicas parte do pressuposto de que a crosta terrestre está dividida em grandes blocos semirrígidos, ou seja, em placas que abrangem os continentes e o fundo oceânico. Essas placas movimentam-se sobre o magma, impulsionadas por forças vindas do no interior da Terra. O planeta Terra está dividido em 52 placas tectônicas, sendo 14 principais e 38 menores. Como exemplos de placas principais, podemos citar a Placa Sul-Americana, a Placa do Pacífico e a Placa Australiana. As menores podem ser exemplificadas pela Placa do Ande do Norte, Placa da Carolina e Placa das Marianas.



Plataforma continental: a Plataforma Continental de um Estado costeiro, conforme estabelece o art. 76 da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), compreende o leito e o subsolo das áreas submarinas que se estendem além do seu mar territorial, em toda a extensão do prolongamento natural de seu território terrestre, até o bordo exterior da margem continental, ou até a distância de duzentas milhas marítimas (M) das linhas de base, a partir das quais se mede a largura do mar territorial, nos casos em que o bordo exterior da margem continental não atinja essa distância. No Brasil, o Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira (LEPLAC) é o programa de Governo instituído pelo Decreto nº 98.145, de 15 de setembro de 1989, com o propósito de estabelecer o limite exterior da nossa Plataforma Continental no seu enfoque jurídico, ou seja, determinar a área marítima, além das 200 milhas, na qual o Brasil exercerá direitos de soberania para a exploração e o aproveitamento dos recursos naturais do leito e subsolo marinho.

Poluição: introdução pelo ser humano, direta ou indiretamente, de substâncias ou energia no ambiente, provocando um efeito negativo no seu equilíbrio, causando assim danos à saúde humana, aos seres vivos e aos ecossistemas.

PPM = Partes por Milhão (Química): indica a quantidade, em gramas, de soluto presente em 1.000.000 gramas da solução. É uma grandeza que serve para relacionar a massa do soluto com a de soluções que estão muito diluídas.

Precipitação (Meteorologia**):** descreve qualquer tipo de fenômeno relacionado à queda de água do céu na forma de neve, chuva e granizo.

Preservar, restaurar e conservar:
Preservar: proteger, salvaguardar, conservar e manter ao natural.
Restaurar: voltar ao modelo mais próximo do original, reconhecendo valores culturais ao bem, analisando a formação física, seu processo de produção, admitindo a passagem do

tempo e suas consequências, mas buscando a maior proximidade possível com a originalidade.

Conservar: manter as ações em prol da preservação, admitindo uma intervenção, certo de que todo bem, com o passar do tempo, sofre intervenções necessárias a sua manutenção, íntegra ou modificada adaptativamente.

Radiação terrestre: é a radiação solar que chega na superfície terrestre e volta para a atmosfera, na forma de onda longa e é por isso muito mais absorvida pelo vapor de água e dióxido de carbono existentes na atmosfera. Da radiação emitida pela parte sólida da Terra, cerca de 90% é absorvida pela atmosfera, que irradia cerca de 80% novamente para o solo. Deste modo, a atmosfera atua como uma cobertura ou como o vidro de uma estufa, e daí o chamado Efeito Estufa. Como resultado, apenas uma pequeníssima quantidade da radiação terrestre escapa para o espaço.

Reatores nucleares: são equipamentos que promovem a reação fisicoquímica para obtenção da energia elétrica por meio da fissão nuclear, que corresponde à divisão de um núcleo atômico pesado e instável provocada por um bombardeamento de nêutrons moderados, originando 2 núcleos atômicos médios, liberação de 2 ou 3 nêutrons e uma quantidade colossal de energia. É exatamente a obtenção dessa energia que se pretende nas usinas nucleares.

Recifes de corais: são estruturas formadas em grande parte por carbonato de cálcio do exoesqueleto secretado por animais do filo *Cnidaria*, classe dos *Antozoários*. Esses animais, denominados de corais, encontram-se na forma de pólipo e podem formar colônias, quando se constituem nos ecossistemas com maior biodiversidade da natureza. A importância dos recifes de corais consiste no fato de que estes ambientes dão suporte e abrigo a uma variedade de comunidades marinhas, muitas delas de interesse econômico direto, como os peixes, os polvos, as lagostas, os camarões, as algas, entre outros, servindo de habitat para mais de 25% de toda vida marinha. é composto por camadas muito finas de carbonato de cálcio resultante da sobreposição dos esqueletos das sucessivas gerações de pólipos. Essas algas vivem no interior dos tecidos dos corais, realizando fotossíntese e liberando para os corais compostos orgânicos. Por serem de carbonato de cálcio, são vulneráveis à corrosão se o meio aquático marinho sofrer desequilíbrio fisicoquímico por intervenção humana transformando o meio num nível ácido de pH que dissolve essas carapaças cálcicas e podem destruir os recifes. Recife é a formação rochosa orgânica dada pelo acúmulo vertical e horizontal dos corais, submersa logo abaixo da superfície de águas oceânicas, normalmente próxima à costa e em áreas de pouca profundidade, quentes e hipersalinas, como na região de Recife (PE), que recebe este nome em referência a essas formações.

Redução, reaproveitamento e reciclagem de materiais: a Política dos 5 R's é o processo educativo desenvolvida pelo Ministério do Meio Ambiente visando a preservação do meio ambiente, redução do consumo e o reaproveitamento dos materiais em relação a reciclagem. Ela consiste em 5 R's: Reduzir, Repensar, Recusar, Reutilizar e Reciclar.

Reflexão ótica: é o fenômeno que consiste no fato de a luz voltar a se propagar no meio de origem, após incidir sobre um objeto ou superfície, formando um ângulo de incidência entre o raio incidente e a reta normal (em 90º).

Solo, subsolo: para o Geólogo, solo é um corpo de material inconsolidado que cobre a superfície terrestre emersa, entre a litosfera (rochas) e a atmosfera (ar).
É produto do intemperismo sobre uma rocha original, cuja transformação se desenvolve em um determinado relevo, clima, bioma e ao longo do tempo geológico. E, mais ainda, o solo corresponde à decomposição de rochas que ocorre por meio de ações ligadas à temperatura, como o calor, além de processos erosivos provenientes da ação dos ventos, chuva e seres vivos, tais como bactérias e fungos. Contudo, pode ser visto sobre diferentes óticas. Para um engenheiro agrônomo o solo é a camada na qual pode-se desenvolver vida (vegetal e animal). Para um engenheiro civil, sob o ponto de vista da mecânica, solo é um corpo possível de ser escavado, sendo utilizado dessa forma como suporte para construções ou propriamente o material básico de construção, Para um biólogo, através da ecologia e da pedologia, o solo interfere sobre a ciclagem biogeoquímica dos nutrientes minerais e determina os diferentes ecossistemas e habitats dos seres vivos.
O subsolo é a camada da crosta terrestre que fica abaixo do solo e no qual se pode encontrar muitas riquezas minerais como ouro, prata, cobre, pedras preciosas, entre outros e dois importantes combustíveis: o carvão mineral e o petróleo. O domínio do subsolo, se esclarece pela Constituição Federal Brasileira (art. 20, IX) que determina que os recursos minerais constituem bens da União, independentemente de estarem no solo ou no subsolo. Por sua vez, o art. 176, *caput*, prevê que as jazidas “constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento”. Já o art. 1.229 do Código Civil possui a seguinte redação: “a propriedade do solo abrange a do espaço aéreo e subsolo correspondentes, em altura e profundidade úteis ao seu exercício, não podendo o proprietário opor-se a atividades que sejam realizadas, por terceiros, a uma altura ou profundidade tais, que não tenha ele interesse legítimo em impedi-las”. Portanto, o subsolo pertence ao proprietário do solo. O que se separa, na verdade, é a propriedade das jazidas e do imóvel em que estejam situadas. Por essa razão, o particular não pode impedir que terceiros exerçam atividade minerária em sua propriedade, desde que contem com ato autorizativo da Agência Nacional de Mineração (ANM) ou do Ministério de Minas e Energia. Por outro lado, não é possível pesquisar ou extrair minérios sem adentrar no território em que está localizada a jazida, razão pela qual o proprietário fará jus ao recebimento de renda pela ocupação de seu imóvel, assim como de indenização pelos danos perpetrados em decorrência da atividade.

Solubilidade do CO2: é a capacidade (alta) que este gás tem de dispersão na água, formando as visíveis borbulhas de escape deste gás, como por exemplo, na água gasosa. Há cerca de dois bilhões de anos alguns organismos passaram a realizar fotossíntese (absorção de CO2 – gás carbônico e liberação de O2 – oxigênio), o que desencadeou uma grande evolução dos seres vivos a partir dos paleoambientes subaquáticos. Nos últimos 500 milhões de anos saíram da água para povoar a superfície da Terra envolta por uma tênue camada de gases. Os gases que compõem a atmosfera mantêm as condições ideais na superfície do planeta para a criação e manutenção da vida como, por exemplo, o oxigênio, vital para os seres aeróbios, o dióxido de carbono, usado na fotossíntese e o nitrogênio, convertido pelas bactérias fixadoras de nitrogênio e utilizado pelas plantas, sendo essencial na construção de biomoléculas; além de atuar como um escudo protetor contra radiação cósmica solar de alta energia. Com a excessiva liberação de gás carbônico em desequilíbrio com a de oxigênio, pode ocasionar mortandade de seres vivos aeróbicos em geral. Por isso a necessidade de reduzir as emissões deste gás à atmosfera.

Suscetibilidade: aptidão ou inclinação para receber influências externas desequilibrando a situação atual e colocando-a em risco de prejudicar-se naturalmente.

Tecnologias de baixo carbono: são aquelas que geram economia de baixo carbono; uma economia que pretende reduzir os impactos sobre o meio ambiente, gerando emprego e desenvolvimento. Em especial, busca reduzir drasticamente as emissões de gases de efeito estufa (GEE), ampliar a produção e o consumo de energias limpas e atingir ganhos de eficiência energética e produtiva. A construção da competitividade das empresas em uma economia de baixo carbono se encontra no uso racional dos recursos naturais, na renovabilidade da matriz energética e na circularidade da produção. Portanto, no centro da economia de baixo carbono está a inovação dos processos produtivos e as soluções tecnológicas capazes de reduzir os impactos sobre o planeta.

Temperatura isotópica da atmosfera e composição isotópica do oxigênio: é a temperatura pretérita da atmosfera obtida indiretamente pela análise de testemunhos de sondagens, de centenas de metros, obtidos no Ártico e na Antártida, através da análise da composição isotópica do oxigênio encontrado nas bolhas de ar presas no gelo. Isótopos são variantes de um elemento químico. Enquanto todos os isótopos de um dado elemento compartilham o mesmo número de prótons, cada isótopo difere dos outros em seu número de nêutrons. O termo isótopo é formado a partir das raízes gregas isos (igual número de prótons no núcleo do átomo, também chamado de número atômico do elemento químico e diferente número de nêutrons que somados ao número de prótons resultam nos chamados números de massa do elemento químico) e topos (valores máximos de número de prótons e nêutrons de um elemento químico, como exemplo o oxigênio, principal gás da vida, que tem 8 prótons e 8 nêutrons no interior do núcleo atômico, o que resulta no número de massa 16). Análise da temperatura isotópica da atmosfera através de seu principal componente para a vida humana, o oxigênio, indica presença de água de temperaturas elevadas e origem marinha para os ambientes do passado terrestre, ambientes estes que originaram a própria vida na Terra. Trazendo para o tempo presente e prognosticando o tempo futuro, a temperatura isotópica da atmosfera mostra a possibilidade de continuação ou não de vida em abundância no planeta Terra, para corrigir os rumos do planejamento das atividades da humanidade com vistas a um meio ambiente viável, equilibrado, sustentável.

Testemunhos de sondagem: é o nome que se dá à amostra cilíndrica de rocha extraída da subsuperfície por meio de sondagem rotativa. Esses testemunhos obtidos nas sondagens devem ser corretamente identificados e guardados, de preferência, em caixas de plástico com tampas, por serem mais duráveis do que as caixas de madeira. Além disso, devem ser dispostos na sequência exata de sua posição no furo, ou seja, da esquerda para a direita e de cima para baixo, tal como a escrita de um texto.

Vulnerabilidade: destrutibilidade, fragilidade, fraqueza, indefensabilidade, indefensibilidade, insegurança, instabilidade.

Zero líquido: é uma meta ambientalmente correta de chegar a emissões líquidas zero, só possíveis quando todas as emissões de GEE que ainda forem causadas pelo homem alcançarem equilíbrio com a remoção de gases da atmosfera (um processo conhecido como remoção de carbono). Em primeiro lugar, é preciso reduzir ao mais próximo de zero possível todas as emissões causadas pela atividade humana – como as de veículos e fábricas movidas a combustíveis fósseis, por exemplo. Depois disso, quaisquer emissões de GEE restantes seriam equilibradas com uma quantidade equivalente de remoção de carbono – por exemplo, restaurando florestas ou através da tecnologia de captura e armazenamento direto do ar, as "*DACS*". O conceito de emissões líquidas zero é

semelhante à "neutralidade climática", um equilíbrio total com base na sustentabilidade ambiental.

Zona costeira: região situada entremarés, por vezes designada por mar de baixio, pelo anglicismo zona intertidal, ou pelas formas de origem latina mediolitoral ou interestual, ou ainda faixa litorânea, são os nomes dados nos ambientes marinhos à zona do substrato litoral que fica exposta ao ar.

.

7. APÊNDICE

Desaquecimento global

“Ao contrário do que propagam, o planeta Terra tem hoje temperatura média de 15º C e está numa era interglacial. Ainda não é possível afirmar quando terá início nova glaciação. Portanto, a Terra está em desaquecimento global... com oscilações.

O tema do ‘aquecimento global’ aparece com tal frequência na mídia que muitas pessoas creem plenamente na veracidade do fenômeno e na principal causa admitida, a de que o dióxido de carbono o determina. Isso exemplifica como um tema científico não deve ser tratado, porque houve perigosa mistura de interesses políticos, econômicos e sociais, à parte dos problemas e desafios de conotação essencialmente científica.

Consideremos a complexidade e a variedade de fatores determinantes do clima na Terra. Há 18 mil anos começaram a diminuir os efeitos severos da última era glacial. Sob clima frio e seco, grandes massas de gelo ocupavam parte expressiva dos continentes no Hemisfério Norte, onde vagavam mamutes e mastodontes. Em fins dessa era, o nível dos oceanos subiu cerca de cem metros. Com o derretimento e diminuição das geleiras, a temperatura média da superfície global aumentou, no máximo, 5° C.

Falaciosos, retóricos ou bombásticos são os temas de aquecimento global atribuídos ao efeito estufa: degelo dos polos, extinção do urso polar, alçamento do nível do mar, inundação de partes das cidades costeiras, variações de frequência e intensidade de eventos climáticos e alterações em regimes regionais de chuvas.

Estão em voga porque a velocidade dos fenômenos climáticos é infinitamente mais rápida que a dos fenômenos estritamente geológicos. Enquanto aqueles se sucedem em segundos, estes envolvem, no mínimo, milhares de anos, no caso das glaciações; milhões e até bilhões de anos para mudanças substanciais, como separação e colisão das placas tectônicas que sustentam os atuais continentes.

Quais são as reais causas das variações climáticas na Terra? A dinâmica climática é controlada por três categorias de fatores: astronômicos, atmosféricos e tectônicos. As causas específicas ainda não estão bem compreendidas, mas já se conhece a periodicidade dos ciclos, da ordem de centenas, milhares e milhões de anos.

Informações obtidas da análise de sedimentos profundos e testemunhos de sondagens no gelo polar indicam que os períodos interglaciais são da ordem de 15 mil a 20 mil anos. Vivemos, pois, um desses períodos.

Por mais avançadas que estejam as Geociências, marcadamente as subáreas da Geologia e Geografia, muito ainda existe para pesquisar sobre os fenômenos naturais.

As causas do aquecimento/resfriamento global são naturais e podem ser amplificadas por ações antropogênicas, no caso de aquecimento. Dentre as causas conhecidas, a humanidade pode interferir apenas na retenção de calor pela atmosfera.

As causas astronômicas e tectônicas estão livres de nossa influência. A pretensiosa declaração "vamos salvar o planeta!" é contestada por cientistas que estudam climas atuais e antigos. Eles concluíram que há épocas de mudança rápida e global do clima. Se for rápida, isso pode significar catástrofe: "Civilizações floresceram e foram destruídas ao ritmo das pulsações do clima" (*Jonathan Weiner*, Planeta Terra, 1988, Editora Martins Fontes, página 94).

A Terra não precisa de quem a salve, mas a espécie humana pode desaparecer se continuar a tratar os espaços e recursos naturais da maneira devastadora e irresponsável como o faz.

Não podemos perder de vista que as mudanças climáticas são partes da ciclicidade dos fenômenos geológicos que afetam o planeta todo. O tema tem profundas implicações educacionais e deveria ser abordado no ambiente escolar com dados abrangentes.

Em síntese, falta muita Geologia na escola básica, ou geoeducação, como dizem os europeus, mais avançados que nós em lidar com esses temas na escola. Na escola básica, quando muito, fala-se de processos terrestres como causa de catástrofes naturais como terremotos, *tsunamis* (ondas gigantes do mar), com suas terríveis consequências. Mostra-se que vulcões se formam na base da crosta e produzem massas incandescentes e explosivas, as lavas, que nós, brasileiros, só observamos pela televisão ou pela *internet*.

No topo da crosta ocorrem catástrofes induzidas pelo homem, como deslizamentos ou escorregamentos de terra em encostas íngremes que jamais deveriam ser habitadas, fato que, infelizmente, se verifica no Brasil.

Enchentes e inundações devem-se a fatores como impermeabilização do solo, crescimento urbano acelerado, ausência de planejamento territorial, agravados pela disposição inadequada do lixo.

Já a atmosfera, enigmática desde a mitologia grega, foi considerada vulnerável à revolta dos deuses por civilizações primitivas e alguns observadores incautos atuais. Ela é visível

e sensível por todos: quando vai chover? Quando virão tempestades? Camponeses sabem responder, até bem antes das previsões meteorológicas, ao observarem o rumo dos ventos, a umidade do ar ou até o canto dos pássaros.

Não se podem admitir generalizações: nem tudo é "aquecimento global". Ao contrário, muitos geocientistas anunciam a corrente, antagônica, do resfriamento global. Para visualizar melhor as incertezas inerentes ao fenômeno observem como foi rigoroso o último inverno no Hemisfério Norte...

Uma coisa é certa: planejamentos territoriais devem ser feitos com visão holística e equipes multi, inter e transdisciplinares, ou seja, devem envolver geólogos e profissionais de todas as áreas científicas afins. Caso contrário, casas, pontes ou viadutos podem cair. Buracos como o do Metrô Pinheiros continuarão aparecendo e engolindo vidas.

A Terra, nossa Gaia majestosa, é dinâmica e pulsa como um ser vivo. Os geólogos que o digam!”

(JOSÉ REYNALDO BASTOS DA SILVA E CELSO DAL-RÉ CARNEIRO, GEÓLOGOS, SÃO, RESPECTIVAMENTE, PROFESSOR VISITANTE E DOCENTE DO DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS AO ENSINO DO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA UNICAMP.
E-MAIL: JRBSILVA@IGE.UNICAMP.BR)