



Universidade de Brasília

Instituto de Relações Internacionais/ iREL

Programa de Pós-Graduação em Relações Internacionais

XX Curso de Especialização em Relações Internacionais

**Mudança climática: analisando os riscos e as oportunidades da
atividade humana.**

Tiago Evaristo Moraes

Artigo apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista
em Relações Internacionais pela Universidade de Brasília.

Orientador: Dr. Thiago Gehre Galvão

Brasília

2019

Resumo:

Faz-se necessário, primeiramente, compreender até que pontos as causas do recente aquecimento global, evidenciado por cientistas climáticos desde 1750 até os dias atuais, são resultados de ações antropogênicas. Neste artigo fazem-se questionamentos sobre os principais pontos não consensuais a respeito da influência humana na elevação da temperatura média global. A divergência intrínseca a estes pontos acaba suscitando debates entre duas correntes distintas, céticos e alarmistas, diminuindo a credibilidade das insituições responsáveis pela implementação de políticas globais, em especial à credibilidade do IPCC, fazendo com que a aceitação global das proposições seja insipiente. Partindo desta análise, ressalta-se que não se pode desmembrar das proposições de soluções os reflexos adversos para a economia e para as populações. Sociedades mais frágeis ainda estão em busca de soluções para importantes problemas internos que afligem sua população, em especial à parcela mais pobre, e são muito sensíveis às políticas e atos regulatórios globais. É preciso delimitar os riscos e as oportunidades para as atividades humanas frente à degradação ambiental e climática, afirmando a preocupação com o legado deixado a nossos descendentes, sem deixar de lado preocupação presente devida àqueles que vivem em situação de miséria ou degradante.

Palavras-chave: Mudança climática, eco-imperialismo, aquecimento global.

Abstract:

It is necessary first to understand to what extent the causes of the recent global warming, as evidenced by climate scientists from 1750 to the present day, are the results of anthropogenic actions. In this article, questions are raised on the main non-consensual points regarding human influence in the elevation of global average temperature. The intrinsic divergence of these points ends up provoking debates between two distinct currents, skeptical and alarmist, diminishing the credibility of the institutions responsible for the implementation of global policies, especially the credibility of the IPCC, making the global acceptance of propositions insipid. Considering this analysis, it should be pointed out that the adverse effects on the economy and the population cannot be dissociated from the propositions of solutions. Weaker societies are still seeking solutions to major internal problems that afflict their people, especially the poorest, and are very sensitive to global regulatory policies and acts. It is necessary to delimit the risks and opportunities for human activities in the face of environmental and climatic degradation, affirming the concern with the legacy left to our descendants, without leaving aside the present concern due to those living in a situation of misery or degrading.

Keywords: Climate change, eco-imperialism, global warming.

Introdução:

Uma das mais importantes pautas da agenda internacional diz respeito aos reflexos dos debates entre a mudança climática antrópica e o nível de crescimento econômico mundial. Isso se deve à relação direta entre o aumento das atividades econômicas e o aumento da emissão de gases com capacidade em alterar de maneira adversa o clima do planeta. Tal relação faz com que exista uma percepção de que há um custo climático (e ambiental) para o crescimento econômico mundial. Sob a mesma ótica, as mudanças climáticas indesejadas são percebidas como um resultado da atividade humana, sendo, portanto, um dificultador para o crescimento da economia mundial.

Delimitar os riscos e as oportunidades para as atividades humanas, frente à degradação ambiental e climática, não é tarefa simples. Principalmente porque negligenciar qualquer uma das partes exporia efeitos colaterais tão danosos quanto negligenciar à outra. Ao tempo que um diz respeito à saúde de nossas sociedades, já pouco sensíveis ao sofrimento da maioria marginalizada de seus membros, o segundo diz respeito à integridade do local em que as sociedades estão constituídas. Em outras palavras, tal processo de discussão e implementação de políticas deve ser retroalimentado de maneira a existir uma preocupação mútua com o legado deixado a nossos descendentes, mas sem se afastar-se da preocupação presente devida àqueles que vivem em situação de miséria ou degradante.

Considerações advindas da análise dos riscos e oportunidades sob a tutela de ambas percepções são elementares para que exista uma discussão suscinta, porém efetiva, para a implementação de medidas que serão eficazes em aumentar a qualidade de vida dos seres humanos sem deixar de lado a qualidade de vida e integridade do planeta aos que ainda estão por vir.

I – O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas e o contexto climático atual:

O debate a respeito das causas da mudança climática é polêmico e complexo de maneira que a comunidade científica ainda não estabeleceu consenso a respeito das causas da intensificação do aquecimento global observado no século XX. Destacam-se duas correntes distintas capazes de produzir conhecimento a respeito do tema: os céticos (ou negacionistas) e os alarmistas (ou aquecimentistas).

Com o papel em reunir conhecimento científico e em fomentar o debate a cerca de impactos e soluções a respeito, foi criada instituição específica para prover matéria aprofundada a sobre o tema. Trata-se de corpo ligado à Organização das Nações Unidas (ONU) chamado de Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, sigla em inglês). Com característica intergovernamental, reveste-se de importância científica sem deixar de lado o viés político que envolve os países membros. Assim sendo, as proposições científicas que emergem deste órgão acabam por não deixar de lado as pretensões políticas dos membros.

O IPCC consignou até o momento cinco relatórios (AR, sigla em inglês) ao longo de 25 anos, nos anos de 1990, 1995, 2001, 2007 e 2013, com previsão de um sexto relatório para 2022. Os relatórios são resultados dos trabalhos de três grupos:

- I. O primeiro grupo de trabalho (GT I) é responsável por produzir a base científica da matéria. Avalia aspectos físicos científicos do sistema climático e as alterações climáticas.
- II. O segundo grupo de trabalho do IPCC (GT II) diz respeito ao estudo dos impactos, da adaptação e das vulnerabilidades. Avalia a vulnerabilidade dos sistemas naturais e socioeconômicos frente às mudanças climáticas, consequências negativas e positivas das mudanças climáticas e opções de adaptação.
- III. O terceiro grupo de trabalho (GT III) estuda métodos de mitigação e prevenção da mudança climática. Avalia opções para mitigar a mudança climática através da limitação das emissões de gases com efeito estufa e do aumento de atividades que possam diminuir esses gases da atmosfera.

Cada relatório do IPCC traz um resumo conclusivo de cada um dos grupos de trabalho, com finalidade em subsidiar aos formadores de políticas globais. Assim sendo, cada um dos relatórios serve para aferir o nível de concordância da comunidade científica

em cada época, mas também é gênese para uma disputa política entre países membros com interesses divergentes sobre o que se fazer a partir dessas informações.

Ademais, pelos mais diversos interesses – econômicos, ideológicos, sobrevivência, etc. – a climatologia atual é foco de preocupação de diversos atores. Não apenas empresas, mas movimentos internacionais e nacionais, os próprios consumidores e populações de países que podem ser impactados exigem posicionamentos sólidos e recomendações de políticas públicas robustas. Assim sendo, cabe à comunidade científica, principalmente ao IPCC, não apenas analisar riscos para lidar com a adaptação ou mitigação da questão já que seus trabalhos acabam também orientando ações político-sociais e, por conseguinte, possuem a responsabilidade em produzir conhecimento técnico-científico sólido e preciso haja vista a enorme capacidade de mobilização deste atores na busca de soluções e na defesa de interesses próprios após a divulgação dos trabalhos.

A multiplicidade de atores explica em grande parte o caráter híbrido do IPCC, já que, existe a preocupação dos governos em evitar a autonomia de cientistas e empresas na determinação de políticas mundiais em um cenário em que existe tanto em jogo. A discussão a respeito da emissão de gases de efeito estufa reflete diretamente em questões elementares e absolutamente estratégicas às nações, tais como o futuro das bases energéticas, da agricultura industrial, do desenvolvimento tecnológico e de transportes.

Ao se observar a produção científica sobre o aquecimento global antropogênico, observa-se que as evidências advindas do estudo começam a ganhar legitimidade científica a partir da década de 50, consolidando-se ao longo das décadas seguintes. Em 1975 a expressão “aquecimento global” é utilizada pela primeira vez pelo oceanógrafo e químico estadunidense Wallace Broecker. Quatro anos depois seu trabalho é consagrado no conhecido Relatório Charney sobre o dióxido de carbono e o clima¹ onde afirma que: “se o dióxido de carbono continuar a crescer, este grupo de trabalho não tem razões para duvidar que as mudanças climáticas ocorrerão e que não poderão ser negligenciadas” (tradução livre, página viii²).

De maneira contemporânea à Broecker existiam cientistas que sustentavam a tese de que a atividade humana estava emitindo concomitantemente gases aerossóis na atmosfera suficientes para resfriar ao planeta. A respeito do tema destacou-se o cientista atmosférico, geólogo e meteorologista americano Reid Bryson. Sua maior contribuição para o debate foi a ideia de um “vulcão humano” que seria capaz de promover

¹ Maiores informações: Carbon Dioxide and Climate: A Scientific Assessment. Report of an Ad Hoc Study Group on Carbon Dioxide and Climate. National Research Council – Massachusetts. July, 1979.

² Idem.

o resfriamento global ao invés do aquecimento global³. Bryson foi um dos últimos cientistas do clima a defender tese contrária ao aquecimento global antropogênico e ainda assim, já ao final de sua vida, diante das numerosas evidências de que o clima terrestre estava aquecendo e não o contrário, acabou por reconhecer que sua tese estava errada.

Desta sorte, o aquecimento global não foi constatado por meio de uma revolução tecnológica ou científica, ao contrário, fez-se necessária para sua consolidação uma lenta sobreposição de provas e evidências entre os anos de 1950 até os dias atuais. Assim sendo, não cabe a este trabalho o aprofundamento no estudo a respeito da legitimidade do aquecimento global, mas sim em buscar conhecimento a respeito de suas causas, analisando até que ponto pode ele pode ser chamado de antropogênico e sobretudo analisando quais são as maneiras mais eficientes para que os seres humanos possam mitigar seus efeitos colaterais.

³ Bryson, R. A.; Goodman, B. M. "Volcanic Activity and Climatic Changes". Science. 17 May 1980.

II – A controvérsia atual a respeito do aquecimento global: causa antropogênica ou natural?

Variações de temperatura na atmosfera terrestre são naturais, elas existiam mesmo antes do surgimento da raça humana e em níveis bem mais extremos que os atuais. Entretanto, os estudos científicos atuais concordam a respeito da existência de um aquecimento de aproximadamente 0,6 graus Celsius ao longo do século XX. É, portanto, pacífico, mesmo entre as correntes céticas e alarmistas, que o planeta está se aquecendo.

Sabendo disso, de onde viriam as controvérsias atuais? As divergências dizem respeito às causas do aquecimento, às possíveis consequências e, principalmente, se ainda está ocorrendo.

Um fator comum a ambas correntes é a falta legitimidade de seus trabalhos como resultado de uma crise de reprodutibilidade científica. Isto dado a complexidade na obtenção de dados preditivos confiáveis devido às particularidades do sistema climático, à existência de diversos fatores terrestres e extraterrestres que o influenciam e a má condição e distribuição geográfica das estações meteorológicas na superfície do planeta. Por assim dizer, a moderna tecnologia à disposição está longe de proporcionar medição apurada de maneira que alcançar exatidão nas projeções climáticas em um curto espaço de tempo é tarefa praticamente impossível. Para ilustrar, considerando apenas variáveis conhecidas, as projeções devem considerar: o comportamento simultâneo de microrganismos essenciais ao equilíbrio do sistema climático, como por exemplo as diatomáceas (*thalassiosira pseudonana*) responsáveis por 40% do carbono orgânico emitido por águas oceânicas⁴, a influência dos demais seres vivos, as atividades vulcânicas e tectônicas, a incidência de radioatividade solar, a composição físico-química da atmosfera, a mudança de longitude e latitude de massas continentais, os fatores antropogênicos, entre muitos outros.

As correntes divergentes, coexistentes na climatologia moderna, são creditadas com imensa expectativa a respeito de soluções catedráticas para a os efeitos colaterais da mudança climática. Mas, muitas vezes, desconsidera-se que a climatologia apenas foi fonte de tamanho interesse (e investimento) desde muito pouco tempo e que, fatidicamente, faltam à esta ciência a presença de profissionais experientes, infraestrutura física suficiente e o devido lapso temporal elementar para que os modelos sejam

⁴University of Washington. "Could Tiny Diatoms Help Offset Global Warming?." ScienceDaily. ScienceDaily, 26 January 2008.

minimamente eficientes.

Ademais, as comprovações científicas necessárias para estabelecer credibilidade no assunto mostram-se insipientes. Os trabalhos só poderão indicar um modelo confiável quando confrontados, por pares cientistas, com as demais teses objetivando-se em reproduzir a complexidade de variáveis do sistema climático. Na ausência do supracitado cenário, o que se observa atualmente é uma generalização das constatações científicas que rapidamente são refutadas ou neutralizadas por estudos mais recentes fomentando mais debate e gerando instabilidade e confusão.

Tal crise de reprodutibilidade científica, onde o surgimento de novas metodologias acaba por sobrepor às anteriores, faz com que não seja possível estabelecer consenso a respeito. Mas também torna saudável e natural o debate científico à nível global na busca por modelos mais apurados, e isentos, sobre a projeção do clima futuro.

Obviamente, analisar modelos históricos, onde se observa o passado, é muito mais agradável do que a tarefa que se consiste em prever aos modelos futuros, isto porque modelos históricos se derivam de um método empírico onde o resultado já é conhecido. Por outro lado, aliado a complexidade inerente à construção de modelos futuros sobre o clima, ainda se observa um fator inédito que apenas muito recentemente se pode observar no globo terrestre: a massificação dos métodos modernos de produção fabril após revolução industrial. Portanto, somente a partir da metade do século passado que se pode adicionar à equação fatores de origem antropogênica, apesar de se observar que a Terra vem aumentando sua temperatura de maneira constante ao longo dos últimos 130 anos.

De acordo com cálculos do ano de 2017 da Administração Oceânica e Atmosférica Nacional (NOAA, sigla em inglês), instituição governamental dos Estados Unidos, a temperatura terrestre aumentou 1,71 graus Celsius entre 1880 e 2016 ainda com tendência de aumento para os anos seguintes ao estudo. Aqui está um dos pilares da controvérsia entre correntes distintas: o aquecimento terrestre observado hoje iniciou-se cerca de 70 anos antes de existir influência humana significativa sobre o sistema climático. Isto faz com que cresçam os questionamentos a respeito da influência do ser humano sobre o clima do planeta pois, aparentemente, ele está em um processo natural de aquecimento.

Ademais à contenda científica existem questões políticas e sociais tão polêmicas quanto. Grande parte da população mundial não está disposta aderir ao custo adaptativo ligado à prevenção, principalmente ao observar a falta de clareza emanada pelos governos locais a respeito do tema. Muitos conspiram em relação à tese do aumento climático antropogênico receando interesses políticos e empresariais a respeito da determinação de como os habitantes do planeta devem viver.

Diversas pautas que visam mudar a conduta humana para mitigar os reflexos da mudança climática são propostas à diário e a grande maioria delas é derivada de generalizações de resultados técnicos sem a devida comprovação do impacto negativo sobre a sociedade, ou ao menos se existirá realmente um impacto positivo sobre o ecossistema local. Em 2012, o Haiti aderiu à Campanha de limpeza do mar promovida pelas Nações Unidas⁵ estabelecendo política à nível nacional que resultou na abolição de sacolas plásticas e recipientes de isopor. Tal medida foi alvo de uma grande manifestação popular, em 30 de setembro do mesmo ano, devido aos altos preços das sacolas biodegradáveis⁶. Acontece que, em um país onde latrinas são artigos de luxo, a população pobre não gastou seu limitado capital para obter sacos de lixo biodegradáveis chineses, já que as sacolas pretas de polietileno estavam proibidas. Como resultado, um ano depois, a ausência de sacolas plásticas e o acúmulo de lixo nas cidades foram indicados como importantes fatores de uma grande epidemia de cólera que vitimou oficialmente mais de 10 mil pessoas, com estimativa informal de mais de 30 mil óbitos e mais de 2 milhões de pessoas infectadas.

Apesar de existir consenso de que a temperatura terrestre está aumentando desde 1880 até os dias atuais, de que os fatores antropogênicos influenciam negativamente no cenário desde a primeira revolução industrial, também existe o consenso de que se as metas estabelecidas ao homem forem cumpridas ainda assim o desfecho não se alteraria, ou seja, a Terra continuaria aumentando sua temperatura.

Entre poucos elementos aos quais os estudos já estão pacificados, existem inúmeros outros aos quais se está longe de estabelecer consenso. Adicionado à esta realidade, e sob forte pressão internacional, encontram-se atores divergentes que possuem interesses próprios a se fazer valer, seja por questões econômicas, por questões políticas, por questões sociais ou ainda mesmo por preocupação ao próximo e ao meio ambiente. É sob esta ótica que tomadores de decisão implementam políticas globais.

Certamente tais políticas seriam muito mais acertadas se fosse possível delimitar em um futuro prévio um prognóstico com maior grau de certeza para responder se o aquecimento global é de origem meramente natural ou também significativamente antropogênico. Destarte, a humanidade não se encontra às escuras, ao se analisar o estudo produzido ao longo das décadas é possível delimitar importantes questões atuais que possuem estudo avançado sobre o tema. A devida análise destes materiais, provenientes

⁵ Report on the status of styrofoam and plastic bag bans in the wider Caribbean region. Panama City. 2018.

⁶ Para maiores informações vide matéria veiculada na Thomson Reuters intitulada: “Haiti plastic ban gets mixed reaction from cost-conscious poor”

tanto de “aquecimentoistas” quanto de “negacionistas”, tem o poder de contribuir para uma melhor conclusão a respeito dos riscos e oportunidades advindos da implementação de políticas globais. Assim sendo, mesmo distante da completa elucidação do problema, pode ser possível caminhar rumo a soluções pontuais que certamente não prejudicarão nem às sociedades nem ao meio ambiente.

Gráfico 1: Comparação das médias das projeções de aumento da temperatura global até o ano de 2100 conforme relatórios do IPCC até 2014:

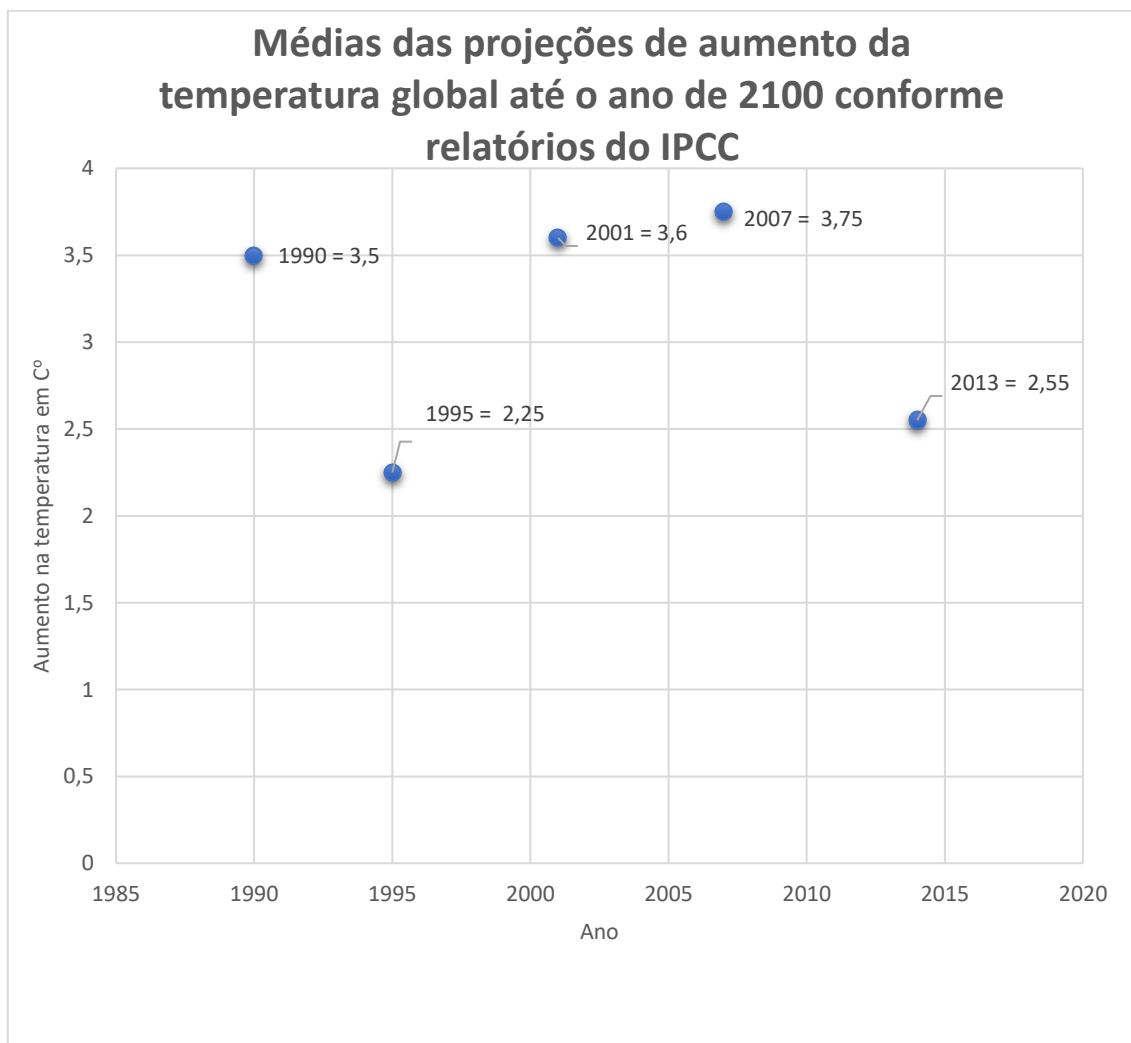


Tabela 1: Elaborado pelo próprio autor com base nos cinco relatórios emitidos pelo IPCC de 1990 à 2013, conforme projeções de aumento de temperatura até o ano de 2100: FAR -1990 (0,3C° por década), SAR-1995 (01 à 3,5C°), TAR-2001 (1,4 à 5,8C°), AR4-2007 (1,1 à 6,4 C°), AR5 - 2013 (0,3 à 4,8C°).

III – CO₂, problema ou solução?

São os gases presentes na atmosfera que constituem o efeito singular, conhecido como efeito estufa, que possibilita que o planeta se mantenha com uma temperatura média de 15 graus Celsius nos dias de hoje. Mas nem sempre foi assim, alterações na concentração atmosférica de tais gases são utilizados para explicar às mudanças de temperatura da Terra observadas entre o período mais recentes de glaciações repetidas, vividas no Pleistoceno (compreendido entre 2,588 milhões e 11 mil anos atrás), e o período de extremo calor vivido pelos Dinossauros na Era Mesozoica (compreendido entre 248 milhões e 68 milhões de anos atrás).

Um gás de efeito estufa (GEE) é aquele que, quando na atmosfera, é capaz de absorver uma parte da radiação solar do espectro infravermelho termal refletida pela superfície da Terra e irradiar parte desta energia de volta à superfície. Apenas uma pequena porção da energia térmica emitida pela superfície passa através da atmosfera direto para o espaço. A maioria é absorvida por moléculas de gás estufa e contribuem para a energia irradiada voltar a aquecer a superfície. O aquecimento atmosférico é quase o dobro do aquecimento proveniente da radiação solar, a retenção de calor por estes gases é o que mantém a temperatura terrestre em níveis seguros para a existência de vida. São responsáveis também por manter níveis aceitáveis de temperatura para que exista vida em abundância à noite, onde não existe incidência de radiação solar, e no inverno, período com menor incidência solar.

Os principais gases responsáveis por esse efeito são o vapor de água (H₂O), o clorofluorcarbono (CFC), o ozônio (O₃), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O) e o dióxido de carbono (CO₂).

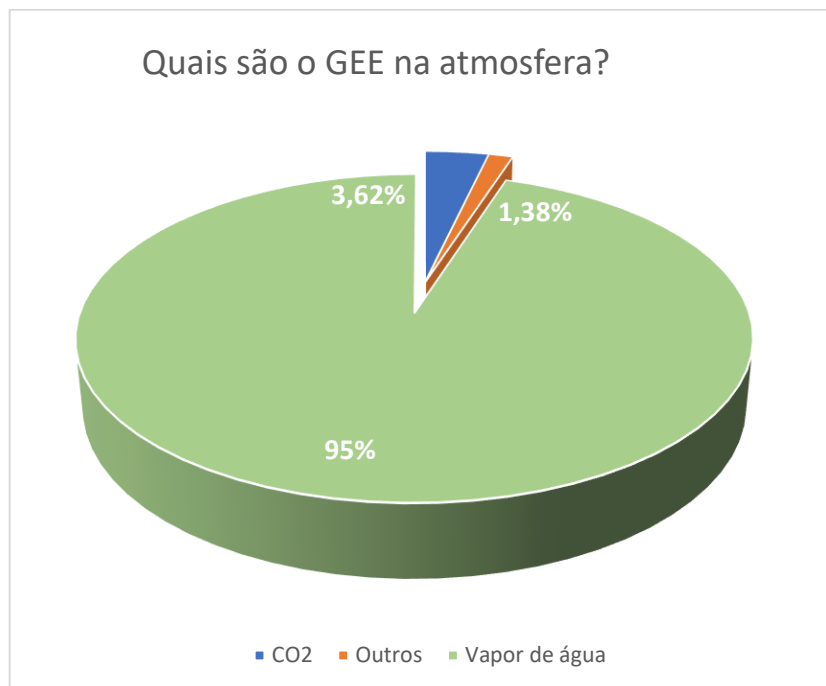
O vapor de água é certamente o elemento chave para o efeito estufa. De acordo com o Programa de Pesquisa de Mudança Global dos Estados Unidos da América⁷ aproximadamente metade da energia solar absorvida na superfície evapora a água, adicionando este importante gás estufa à atmosfera. Após, ao se condensar, o vapor de água libera esta energia produzindo chuva e neve assim como alimentando às tempestades. O IPCC, em seu primeiro relatório de 1990, ressalta uma peculiaridade do vapor de água, este gás é o único proveniente exclusivamente de fontes naturais, tais quais evapotranspiração do solo e das plantas e de atividades vulcânicas, as atividades humanas

⁷National Assessment Synthesis Team. "Climate Change Impacts on the United States: The Potential Consequences of Climate Variability and Change". US Global Change Research Program. 2000.

possuem apenas uma pequena influência indireta sobre a quantidade de vapor de água na atmosfera.

Os principais gases de efeito estufa emitidos pelos seres humanos são o dióxido de carbono, o metano e o óxido nitroso. Uma grande crítica feita aos relatórios do IPCC reside sobre o fato de que os estudos estão concentrados majoritariamente sob os gases que possuem origem humana. Isto faz com que exista uma supervalorização dos efeitos colaterais dos gases antropogênicos sob o sistema climático ao se desconsiderar que 95% da composição atmosférica é composta por vapor de água⁸, um gás ao qual o ser humano possui mínima influência em seu ciclo natural. Assim sendo, ao se considerar o volume dos gases mais abundantes na atmosfera, desconsiderando o vapor de água, o dióxido de carbono corresponde a cerca de 99% da composição dos gases de efeito estufa, com cerca de 400 partes por bilhão (ppb). Já ao se adicionar o vapor de água, que está presente na atmosfera na proporção de 25 milhões de ppb, o dióxido de carbono representa apenas 1,57% do total de gases de efeito estufa presentes na atmosfera. Ou seja, dependendo de como observamos o efeito, o CO₂ constitui cerca de 1% ou 99% da concentração de gases de efeito estufa.

Gráfico 02: fonte Centro Nacional de Políticas Públicas dos EUA⁸:



O conceito de Potencial de Aquecimento Global (GWP, sigla em inglês), medida que compara o tempo de permanência e a quantidade e energia retida de determinado gás

⁸ Dados do Centro Nacional de Análise de Políticas, Washington DC, EUA. “Global Warming Primer”. Segunda Edição, 2013.

relativo a mesma quantidade de dióxido de carbono (que tem potencial definido como 1), é amplamente utilizado pelo IPCC e também desconsidera o vapor de água (vide tabela 1).

Apesar da profunda absorção de radiação infravermelha, existem uma série de dificuldades que impedem que seja o GWP do vapor de água seja adicionado à equação. O efeito do vapor de água é volátil, em algumas áreas possui banda absorção de radiação muitas vezes superior ao CO₂ e em outras áreas do planeta possui baixa absorção ou absorção próxima a zero. Ainda, sua concentração atmosférica depende da temperatura do ar e de disponibilidade de água na superfície. Por fim, ao contrário dos outros GEE, o vapor de água não pode ter decaimento estimado já que o equilíbrio termodinâmico da Terra faz com que a quantidade de vapor de água presente na atmosfera seja constante.

Muitas críticas expõem que, para fins de uma solução eficiente do problema que se baseia na análise de dados climáticos, é importante destacar que o maior responsável pelo efeito estufa encontra-se fora das formulações, sob o risco de que sejam implementadas políticas ineficientes de combate às emissões dos GEE emitidos pelo homem.

Tabela 1. 4^a relatório do IPCC (2007), Gases com Potencial de Aquecimento Global (GWP):

<i>Gás de efeito estufa</i>	Fórmula Química	GWP , por horizonte de 100 anos	Vida útil atmosférica
<i>Dióxido de carbono</i>	CO ₂	1	100
<i>Metano</i>	CH ₄	25	12
<i>Óxido Nitroso</i>	N ₂ O	298	114
<i>CFC-12</i>	CC ₂ F ₂	10.900	100
<i>HFC-23</i>	CHF ₃	14.800	270
<i>Hexafluoreto de enxofre</i>	SF ₆	22.800	3.200
<i>Trifluoreto de nitrogênio</i>	NF ₃	17.200	740

Entretanto, não seria correto apontar o vapor de água como o único responsável pelo aquecimento global. Isto porque, os gases antrópicos possuem um feedback na quantidade de vapor de água presente na atmosfera. Sabendo que o H₂O se mantém constante dada determinada condição termodinâmica, a influência dos demais gases,

mesmo que em quantidades mínimas, podem levar a um aumento na temperatura do sistema fazendo com que as taxas de evaporação aumentem assim como as concentrações de vapor de água. Isto, em retorno, possui um efeito adicional e mais significativo ao aquecimento global.

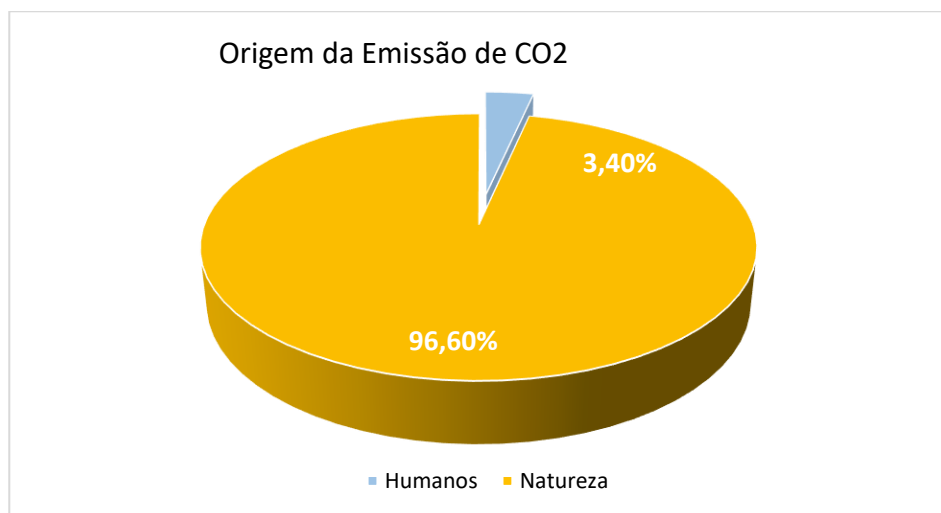
Depois do vapor de água, o segundo GEE com maior volume na atmosfera é o Dióxido de Carbono. O carbono atmosférico vem aumentando desde o final do século XIX (vide tabela 2), assim como a temperatura do planeta também vem aumentando no mesmo período. Por este motivo, existe a proposição teórica de que a produção humana de dióxido de carbono resultou em um aumento de temperatura global. Os relatórios do IPCC são baseados nesta ideia e predizem que a temperatura global futura irá aumentar devido a tendência humana em continuar consumindo combustíveis fósseis.

Tabela 2. 5ª relatório do IPCC (2013), Fontes e concentrações dos maiores Gases de Efeito Estufa:

<i>Gás de efeito estufa</i>	Maiores fontes	Contração pré-industrial em ppb	Concentração em 2011
<i>Dióxido de carbono</i>	Combustão de combustíveis fósseis; Desmatamento e produção de cimento.	278.000	390.000
<i>Metano</i>	Combustão de combustíveis fósseis;	722	12
<i>Óxido Nitroso</i>	Combustão de combustíveis fósseis e biomassa;	298	1.803
<i>CFC-12</i>	Refrigeradores	0	0,527
<i>HFC-23</i>	Refrigeradores	0	0,024
<i>Hexafluoreto de enxofre</i>	Transmissão elétrica	0	0,0073
<i>Trifluoreto de nitrogênio</i>	Manufaturas de semicondutores	0	0,00086

Apesar de ser o principal gás emitido pelos seres humanos, na natureza também existem fontes emissoras de dióxido de carbono. Então, seria o homem o principal responsável pelo o aumento na concentração de CO₂ atmosférico ou seriam às causas naturais?

Gráfico 02: fonte Centro Nacional de Políticas Públicas dos EUA:



A maioria do carbono atmosférico é absorvido pelo oceano devido principalmente à fotossíntese de um grupo específico de fitoplanctons chamados de diatomáceas. De acordo com o Sumário para formuladores de políticas públicas do AR5 (IPCC, 2014) o oceano tem absorvido cerca de 30% do dióxido de carbono atmosférico emitido pela ação humana.

Existem diversos estudos que investigam o efeito do CO₂ no crescimento das colônias de diatomáceas, muitos deles indicam que, ao tempo em que uma maior de concentração de CO₂ contribui para o aumento das colônias, é também responsável pela acidificação das águas oceânicas. Águas mais ácidas, sob variantes intensidades de luz, faz com que a produção de biomassa de diatomáceas seja drasticamente reduzida, de maneira que estes organismos não seriam capazes em absorver um aumento do CO₂ atmosférico devido ao ambiente mais ácido.

Entretanto, de acordo com experimento apresentando no ano de 2014⁹, as diatomáceas continuariam sendo capazes em absorver quantidade considerável de CO₂ mesmo em um ambiente mais ácido. De acordo com a autora uma maior concentração de CO₂ pode alterar a espécie dominante de diatomáceas, o que pode alterar o ecossistema marinho, mas o pH e a concentração de gás carbônico no oceano está distante da quantidade suposta para que todos os grupos de diatomáceas sejam aniquiladas.

Ainda conforme o trabalho citado:

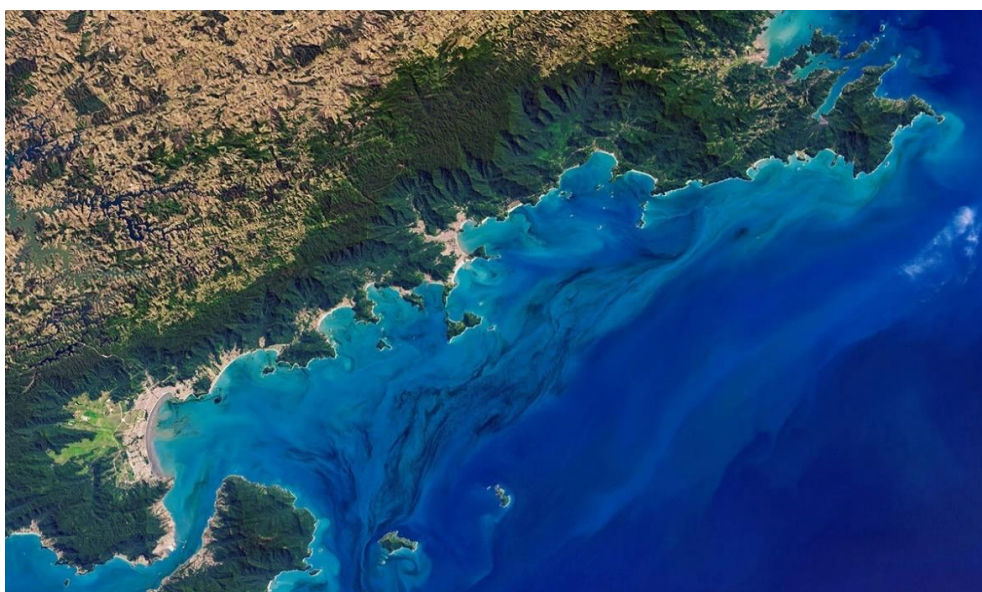
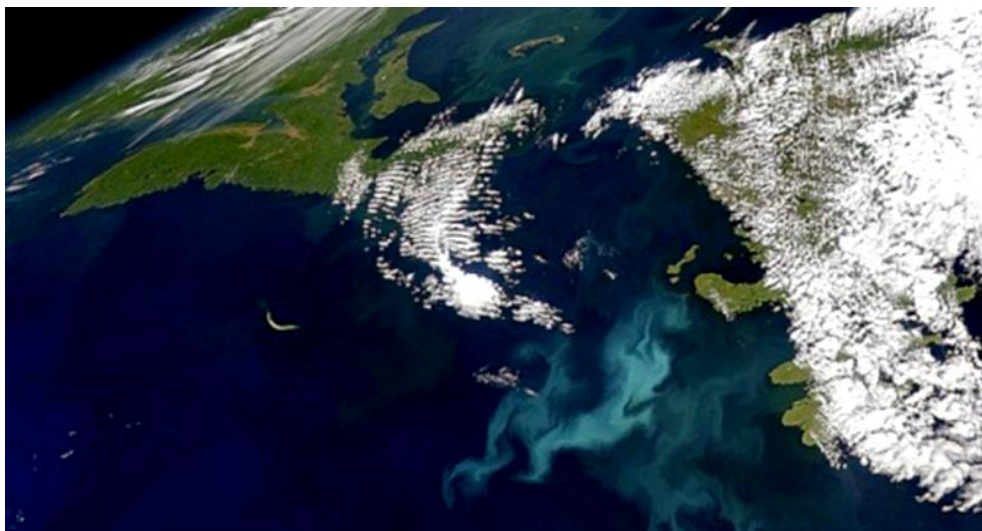
“As diatomáceas são bastante resistentes e tolerantes a alterações bruscas nas concentrações de CO₂, pode-se assumir que para o ecossistema não deve haver grandes alterações,

⁹ Guerra, Patrícia. “Os efeitos do aumento das concentrações de dióxido de carbono e da turbulência na diatomácea, *Chaetoceros* sp.” Tese de mestrado, Universidade dos Açores. 2014.

uma vez que quanto maior a quantidade de fitoplâncton disponível, mais alimento têm os restantes seres nos seguintes níveis tróficos”.

Assim sendo, existe evidência que um potencial desequilíbrio nas emissões naturais de carbono causado pelo ser humano pode ser mitigado pelo aumento da atividade das colônias de diatomáceas causado por uma maior disponibilidade de CO₂ atmosférico. Principalmente considerando os pequenos percentuais humanos de emissão de CO₂, em relação às emissões naturais de dióxido de carbono.

Imagens 01 e 02: Imagens de satélite mostram fitoplâncton florescendo na superfície do oceano, formando uma faixa de cor leitosa. Fotos: NASA/GSFC/OBPG.



O Dióxido de Carbono é um gás absolutamente essencial à vida terrestre. Trata-se de um gás não-tóxico, não-poluente e benigno à fotossíntese das plantas, essenciais à cadeia alimentar de todos os animais do planeta.

A principal hipótese defendida pelo IPCC é a de que as atividades humanas são responsáveis pelo aquecimento global parte da presunção de um aumento na quantidade de carbono atmosférico causará um aumento na média anual da temperatura global. Mas ainda não existe base científica para determinar tal suposição. Existem evidências robustas de que no passado, os níveis de dióxido de carbono subiram depois que as temperaturas aumentaram¹⁰. Isso poderia indicar que os níveis crescentes de CO₂ atuais são um efeito e não uma causa do aumento da temperatura.

Os efeitos antropogênicos são reais, mas talvez não sejam tão expressivos quanto se é veiculado. O carbono emitido artificialmente é uma porção muito pequena do ciclo natural terrestre. O Dr. Timothy Ball, climatologista e professor da Universidade de Winnipeg – Canadá, expõe alguns fatos em seu artigo¹¹:

- a) Menos de 4% dos GEE correspondem ao dióxido de carbono e, ainda assim, a contribuição artificial antropogênica corresponde a cerca de 3,4% deste número.
- b) A amplitude do CO₂ atmosférico nos últimos 600 milhões de anos foi de um máximo de 7000 ppm para um mínimo de 270 ppm a cerca de 120 anos atrás.
- c) CO₂ é essencial para a vida de vegetais no planeta. Eles são mais produtivos à 1200 ppm, que é a média para os últimos 250 anos. Aos níveis atuais (cerca de 400ppm) as plantas estão subnutridas deste componente.
- d) O único lugar em o aumento de CO₂ causa aumento na temperatura são em modelos de computador construídos na presunção de que o CO₂ causa aquecimento. Registros do que se pôde observar no planeta mostram que a temperatura aumenta anteriormente ao aumento do CO₂.

Diante de todo o analisado não é possível taxar o gás carbônico como vilão do aquecimento global. Principalmente ao se observar que sequer existe consenso a respeito de se o aumento das emissões antropogênicas de Dióxido de Carbono é realmente responsável pelo aquecimento global. Ao se analisar os cinco relatórios do IPCC desde 1990, não se encontram evidências concretas que apontem que o aumento da temperatura do planeta é causado pelo aumento do CO₂. O que se observa, e é comprovado, é que a temperatura terrestre é diretamente proporcional ao aumento da concentração de CO₂ na atmosfera, mas não se sabe qual variável determina à outra nem se as emissões humanas seriam suficientes para alterar significativamente a temperatura terrestre.

¹⁰ Jeremy D. Shakun¹, Peter U. Clark, Feng He, Shaun A. Marcott, Alan C. Mix, Zhengyu Liu, Bette Otto-Bliesner, Andreas Schmittner & Edouard Bard. “Global warming preceded by increasing carbon dioxide concentrations during the last deglaciation”. Nature International Journal of Science. 2012.

¹¹ Ball, Timothy; Harris, Tom. “The truth about CO₂ and the Failure of Carbon Taxes”. Citizens Journal. 2018. <http://citizensjournal.us/the-truth-about-co2-and-the-failure-of-carbon-taxes/>

IV –Fatores externos determinantes para a mudança do clima terrestre:

Qual poderia ser a principal causa do aquecimento global se não forem as emissões de gases de efeito estufa? O Dr. Franklin Hadley Cocks, renomado professor e cientista nos ajuda a elucidar esta questão em artigo publicado pela MIT Technology Review¹² (tradução livre):

“A cerca de 180 anos atrás, a maioria dos cientistas acreditavam que o planeta estava em processo natural de resfriamento desde que foi formado. Quando o geólogo Louis Agassiz apresentou o conceito de uma Grande Era do Gelo à Sociedade Suíça de Ciências Naturais, em 1837, sua sugestão de que o planeta se tornou frio e se aqueceu novamente foi recebida com ceticismo e até hostilidade, desencadeando anos de debate científico feroz antes da ideia ser aceita”.

“A razão exata do porquê nosso planeta ocasionalmente se resfria levou mais de um século para ser achada. Agora sabemos que Júpiter e Saturno funcionam ‘rebocadores’ gravitacionais cíclicos que periodicamente alongam a órbita da Terra, e esse efeito se combina com mudanças lentas na direção e no grau de inclinação da Terra que são causados pela gravidade de nossa grande lua. Consequentemente, a luz do sol de verão em torno dos polos é reduzida, e as regiões de alta latitude, como o Alasca, o norte do Canadá e a Sibéria, ficam frias o suficiente para preservar a neve o ano todo. Esta cobertura constante de neve reflete uma grande quantidade de luz solar, arrefecendo ainda mais as coisas, e uma nova era do gelo começa”.

Diante deste importante relato histórico a respeito do resfriamento terrestre, observa-se que como um possível fator determinante para a mudança da temperatura, neste caso para baixo, encontra-se na incidência de luz solar ao planeta.

A vida na Terra é muito dependente da radiação solar, isto não é novidade. Cientistas de todo o mundo estudam a atividade solar e seus efeitos sobre a vida terrestre desde muito tempo. De acordo com as pesquisas, o campo magnético solar é naturalmente cíclico e o ser humano vem observando a incidência de manchas solares há cerca de quatrocentos anos. Os primeiros registros históricos datam desde o início do século XII com as primeiras observações positivadas por Galileo Galilei¹³.

¹² F. H. Cocks. “Global Warming vs. the Next Ice Age”. MIT technology Review. 2009.

¹³ Brun, Allan; K. Browning, Matthew. “Magnetism, dynamo action and the solar-stellar connection”. Living Rev. Sol. Phys. 2017

Um anúncio recente sugere que o Sol pode, muito em breve, entrar em um período de atividade reduzida. Atualmente a principal referência nos estudos das manchas solares é a cientista e professora Valentina Zharkova cátedra da Universidade de Northumbria. As previsões científicas de Zharkova foram anunciadas no Encontro Nacional de Astronomia do País de Gales em 2015. O anúncio foi resultado de um modelo computadorizado e da observação do ciclo magnético solar e de registros de manchas solares. De acordo com o jornal londrino “The Daily Telegraph”, que cobriu o evento, os resultados anunciados por Zharkova podem ser considerados “previsões surpreendentemente precisas”¹⁴ (tradução livre).

A equipe liderada por Zharkova percebeu que ao se considerar um segundo dínamo, que seria referente à movimentação dos fluidos mais próximos da superfície do Sol, o modelo computadorizado aumentou a precisão dos modelos substancialmente.

De acordo conforme suas palavras da pesquisadora¹⁵(tradução livre):

“Encontramos componentes de ondas magnéticas se originando em duas camadas diferentes no interior do Sol. Ambas têm uma frequência de aproximadamente 11 anos, embora elas sejam sutilmente diferentes, o que faz com que fiquem fora de fase com o tempo. Ao longo destes ciclos, estas ondas flutuam entre os hemisférios Sul e Norte do Sol. Combinando estas duas ondas e comparando com dados reais do atual ciclo solar, mostramos que nossas previsões têm uma precisão de 97%.”

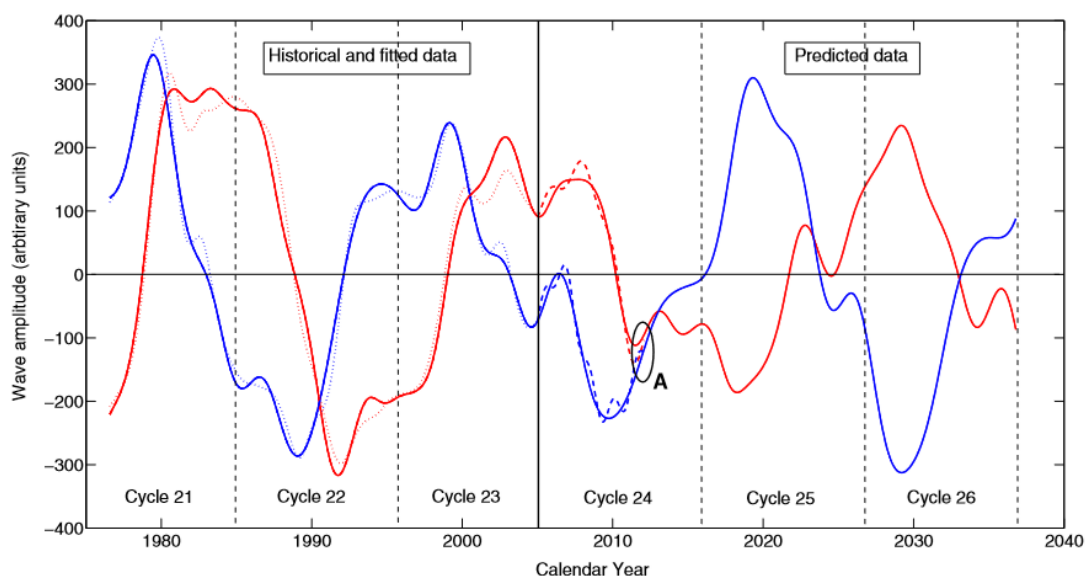
“No Ciclo 26, as duas ondas vão se espelhar, atingindo o pico ao mesmo tempo em hemisférios opostos do Sol. A sua interação será disruptiva, isto é, elas vão quase cancelar uma a outra. Efetivamente, quando estas ondas estão aproximadamente em fase, elas podem mostrar uma grande interação, ou ressonância, e temos uma forte atividade solar. Já quando elas estão fora de fase, temos os mínimos solares. E quando a uma separação total de fases, temos condições vistas pela última vez durante o Mínimo de Maunder, há 370 anos.”

Assim como o Mínimo de Spörer e o de Dalton, o Mínimo de Maunder coincide com um período aferido em toda a Europa com temperaturas abaixo da média. Nestes períodos manchas solares se tornaram muito raras conforme registros empíricos de observações do Sol à época.¹⁶

¹⁴ Earth heading for ‘mini ice age’ within 15 years. The Telegraph, 2015. Pesquisado em 18 de Abril de 2019. Link: <https://www.telegraph.co.uk/news/science/11733369/Earth-heading-for-mini-ice-age-within-15-years.html>

¹⁵Fonte: Royal Astronomic Society. Divulgação: Science Daily, 2015. “Solar activity predicted to fall 60% in 2030s, to ‘mini ice age’ levels: Sun driver by double dynamo.

Gráfico 04: Análise histórica e análise projetada dos dois principais componentes (PC) do campo magnético solar¹⁶.



Crucialmente, as pesquisas apresentadas pela equipe de Zharkova não mencionam os efeitos sobre o clima. No entanto, a professora completa seu discurso:

“Não podemos ignorar os efeitos do aquecimento global e assumir que isso não está acontecendo, o Sol só está nos dando tempo para parar com a emissão de carbono na atmosfera. Esse fenômeno pode dar à Terra uma oportunidade em minimizar os efeitos adversos do aquecimento global.”¹⁷

Dentre todos os cinco relatórios do IPCC até os dias de hoje, apenas o AR5 faz menção às irradiações solares. Existe, na seção 8.4.1, a discussão sobre as observações de irradiância solar e a conclusão sobre o tema é de que não é significativo para o clima. A conexão solar-clima, apresentada em apenas duas páginas desta seção, é provavelmente muito mais complexa do que a apresentada pelo IPCC.

É verdade que os efeitos de uma nova mínima solar sobre o clima ainda são incertos. O que se pode afirmar é que qualquer redução na média da temperatura global da superfície do planeta, como resultado de um futuro declínio da atividade solar provavelmente terá forte impacto a respeito da plausibilidade do último relatório do

¹⁶Echer, Ezequiel; Rigozo, Nivaor. “O número de manchas solares, índice da atividade do Sol”. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol 25, no 2. 2003

¹⁷Shepherd, J. Simon; I. Zharkov, Sergei; Zharkova, Valentina. “Prediction of solar activity from solar background magnetic field variations in cycles 21-23”. The Astrophysical Journal, 795:46. 2014.

IPCC. Caso este cenário de mínima solar venha a acontecer, e considerando que ele poderá ser comprovado ou refutado empiricamente nos próximos anos, ficará evidente que o aumento da temperatura global não é resultado de ações antropogênicas. Não há cenário em nenhum dos relatórios do IPCC em que a temperatura terrestre poderá diminuir até 2100, mesmo que por um único ano.

O professor de geografia da USP Ricardo Felício, reconhecido negacionista brasileiro do aquecimento global, emite interessante opinião¹⁸ sobre a causa antropogênica do aumento de temperatura no planeta:

“O homem é muito pequeno para tamanho poder. Toda a humanidade, os mais de 6,4 bilhões de indivíduos, se confinados cada um em uma baía de 1 m² de área, ocupariam apenas um quadrado de 80km². O que isto representa perante toda a superfície da Terra? Por favor, alguém queira fazer as contas. Aliás, todas as cidades do planeta reunidas ocupam uma fração que equivale a apenas um quarto de um único percentual de toda a superfície da Terra, ou seja, 0,25%. É como se todo o efeito de aquecimento gerado pelas atividades humanas nas cidades, e principalmente, o aquecimento natural gerado pela absorção solar dos materiais de construção não passassem de um ínfimo ruído perante a escala planetária.”

¹⁸ Felício, Ricardo; Antonio , Jaschke. “Ambientes atmosféricos modificados pelo homem e suas verdadeiras implicações”. Fórum ambiental da alta paulista. 2011

V – O desenvolvimento tecnológico como principal fator para o controle climático.

As soluções para a adaptação ou mitigação dos efeitos climáticos adversos caminham lado a lado obrigatoriamente à discussão a respeito de quais tecnologias estarão à disposição da sociedade internacional.

As soluções são diversas como por exemplo as proposições de matrizes energéticas eficientes que não utilizem combustíveis fósseis e reduzam o consumo de água; da implementação eficaz de uma política de reciclagem; de aparelhos capazes em despoluir ou dessanilizar a água; entre várias outras.

Que a tecnologia é fator importante para o tema, todos sabem. A questão é: seria este o fator crucial ou a responsabilidade do aquecimento global reside sobre os aspectos comportamentais individuais e sociais?

De acordo com a percepção de 398 especialistas, de 55 países diferentes, que trabalharam na produção do Relatório de Sustentabilidade da GlobeScan do ano de 2017¹⁹, os instrumentos econômicos, tais como esquemas de comércio de emissões de carbono e impostos, abordagens regulatórias internacionais e o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias foram vistos, entre 2006 e 2017, como os instrumentos mais eficientes para a promoção de soluções para a mudança climática. A abordagem baseada em educação pública e cooperação internacional foram apontadas pela maioria desses profissionais como instrumentos pouco efetivos durante este período.

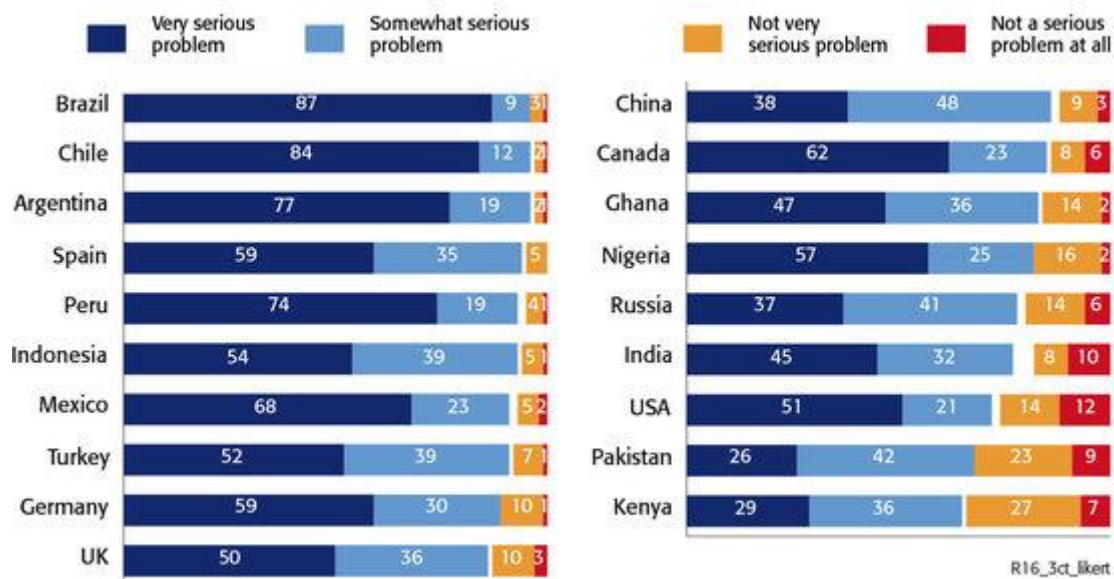
De acordo com dados do mesmo relatório, que contou com a cooperação do Pew Research Center, um importante fator para a baixa eficiência dos instrumentos baseados na educação pública e na cooperação internacional reside no fato de que os habitantes dos países com maior emissão *per-capita* de dióxido de carbono se mostram menos preocupadas com a mudança climática. Conforme pode-se observar no próximo gráfico, quatro dos cinco principais emissores de gases de efeito estufa (EUA, China, Rússia e Índia) possuem população entre as menos preocupadas com a seriedade das mudanças climáticas.

¹⁹The GlobeScan Sustainability Survey. The 2017 Climate Survey: Evaluating Progress on Climate Change. 2017.

Gráfico 05: Percepção da seriedade da Mudança Climática por país, 2016. Em inglês. Fonte: Relatório de Sustentabilidade da GlobeScan, 2017.

Seriousness of Climate Change

By Country, 2016



Source: GlobeScan Radar 2016

Q. How serious a problem do you consider each of the following issues to be? (chart shows percentages)

O engajamento mundial contra o aquecimento global encontra a resistência de diversos líderes avessos às sugestões de pautas nacionais a respeito do tema. O presidente dos EUA, Donald Trump, retirou o país do acordo de Paris e pessoalmente se expressa de maneira a duvidar dos efeitos climáticos danosos apontados. Em 2018 e de maneira similar, o presidente do Brasil, Jair Bolsonaro, mesmo sendo o chefe executivo do país com a maior preocupação de sua população à respeito dos efeitos da mudança climática, indicou que poderia retirar o país do Acordo de Paris, afirmando que a política ambiental não pode atrapalhar o desenvolvimento do país.

O apontado cenário faz com que boa parte da esperança da mitigação do problema resida em soluções que não dependam da adaptação das necessidades ou pensamentos humanos. Isto porque, independentemente do grau de ceticismo das populações, o desenvolvimento tecnológico é importante janela de oportunidade para todos os países.

Existe uma forte tendência do crescimento do consumo de produtos provenientes das chamadas “empresas verdes” e, em geral, todos as nações buscam aprimorar sua balança comercial

O desenvolvimento econômico e tecnológico causado por um novo nicho no mercado, em busca de tecnologias sustentáveis, que conta com o interesse de investidores globais privados e públicos, interessados nos benefícios para a imagem de suas instituições, parece um caminho natural e muito menos polêmico que o determinismo das soluções que envolvam aspectos comportamentais. A pauta tecnológica é capaz de aliar o interesse comercial dos países com medidas que visem atacar a questão do aumento da temperatura global e por isso parece ser o caminho mais eficiente já que, tanto negacionistas quanto aquecimentistas, possuem interesses em comuns.

VI – Conclusão: Análise sobre os benefícios e malefícios da exploração econômica frente ao risco do aquecimento global.

Políticas climáticas são implementadas através de um processo decisório que envolvem fatores dos mais diversos, desde modelos matemáticos aplicados por supercomputadores com alto grau de precisão, à análise da aceitação política e da conveniência derivada da aceitação social.

Enquanto as pretensões científicas urgem por implementações imediatas, ao indicarem números catastróficos advindos do aumento da temperatura global, ainda existem países em busca de soluções para seus problemas sociais graves que também buscam de soluções imediatas para livrar sua população de determinado sofrimento.

Quando se diz que o problema climático é um problema social não se está ignorando a realidade maniqueísta dos apontamentos científicos. Ao contrário, evidencia-se que para que existam proposições de soluções eficientes para um problema que envolve à todas as nações o fator social e econômico deve ser analisado como um dos pontos de partida.

Seriam os cientistas do clima de fato, a classe mais indicada para ditar regras sobre as políticas para mudanças climáticas? Ou deveríamos deixar nas mãos de cientistas sociais e economistas, já que esses, sim, têm ferramentas adequadas para mostrar aos governantes quais caminhos devem ser tomados no sentido de minimizar os impactos que os eventos extremos já estão causando aos mais pobres?²⁰

O exemplo danoso causado à população do Haiti, em 2012, por ocasião da abolição de sacolas de polietileno e de recipientes de isopor (visto na seção II), é importante marco para reiterar o quão importante é uma análise social ampla em conjunto às soluções propostas para a mitigação dos efeitos adversos dos problemas ambientais e climáticos. É necessário que seja considerada a responsabilidade social que cada política deverá criar, de maneira que ao se preocupar com gerações futuras não se esqueça daqueles que estão passando por dificuldade no presente.

Ao se definir o fator antropogênico como o determinante para o aumento da temperatura global, negligenciando ou deixando de lado os precursores naturais, faz que a implementação de políticas de mitigação seja precária por três principais motivos. O primeiro, diz respeito ao aumento do debate, o que diminui a credibilidade das entidades internacionais e das políticas propostas. A falta de consenso pode ser apontada

²⁰Indagações realizadas por Amélia Gonzalez na coluna Nova Ética Social, publicado no “Blog da Amélia Gonzalez” em 03/08/2016, ao se referir ao trabalho do professor Reiner Grundmann intitulado “Mudança Climática como um problema social perverso”.

como o principal fator para a não implementação de políticas cruciais. As interconexões ultra complexas entre as variáveis do sistema climático sempre farão com que novas abordagens sejam definidas para além de um único conjunto de problemas. A definição de um fator principal, dentro de uma ciência ainda em expansão, faz com que existam opiniões divididas dificultando a devida implementação de ações para a mitigação. O segundo está na ideia de que as políticas climáticas estariam limitadas às políticas energéticas de baixo carbono, tornando-se assim uma política energética e não climática. O terceiro, consiste-se no conjunto de soluções propostas focados na mitigação ante a adaptação. Seria como investir majoritariamente na inversão, ou ao menos estabilização à níveis aceitáveis, da tendência do aumento da temperatura ao se considerar que as emissões humanas são o principal precursor do aquecimento global.

O grande problema de tal abordagem é que faltam evidências de que o aumento da temperatura global evidenciado desde 1750 seja originário de causas humanas. O IPCC desconsidera importantes fatores externos que fazem com que, a título de exemplo, a calota do sul de Marte também esteja sendo derretida²¹ por motivo alheio à influência humana. Isto devido ao ângulo da incidência solar e, obviamente, não possui nenhuma relação com a emissão de gases de efeito estufa de origem antropogênicas.

Não é ousado dizer que não existe apenas uma única solução. De acordo com o Professor Reiner Grundman²²:

“Há várias sugestões, que vão desde a implementação de usinas nucleares, o uso de várias fontes alternativas de energia, a transformação do nosso estilo de vida, a promoção do vegetarianismo, um imposto sobre carbono, a implementação de um sistema de comércio de emissões, projetos de geo-engenharia e até a abolição do capitalismo. Muitas dessas soluções, se implementadas, podem levar a mudanças mais catastróficas até do que o aquecimento global em si”. (tradução livre)

Talvez os esforços trariam riscos mais aceitáveis às populações mais pobres ao se concentrarem em áreas onde existe amplo consenso. Por mais que não se possam apontar muitas áreas consensuais, o investimento em tecnologia é uma delas e traz benefício a todos. Novos modelos de negócio que levem à inovação tecnológica baseada na

²¹ Mars is Melting. Nasa Science: share the science. Link: https://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2003/07aug_southpole . Acessado em 21 de abril de 2018.

²² R. Grundmann. “Climate Change as a wicked social problem”. Nature Geoscience 9 (8), 562. 2016.

sustentabilidade na preocupação ambiental podem ser a chave para o aumento das medidas mitigatórias e adaptativas.

A mudança climática é um enorme problema, mas é também um berço incrível para diversas oportunidades vantajosas aos seres humanos. Esta é uma pauta absolutamente benéfica à humanidade, independentemente de a resposta para a questão estar baseada no fator homem ou no fator natureza. Por isto, deve ser fomentada ao máximo.

A integração mundial nunca foi tão forte, a pauta ambiental é a mais democrática dentre todas as demais, todos os países são atingidos e todos possuem voz. É um importante fator de migração de recursos dos países mais ricos para países mais pobres. Existe um forte desenvolvimento de novas tecnologias que contribuem para um ar mais limpo, menor poluição sonora, produções energéticas mais eficientes, engenharia genética que possibilitará uma melhor distribuição de alimentos, uma exploração econômica com menor dependência de combustíveis fósseis, soluções para a distribuição de água potável no mundo, dessalinização da água do mar, etc.

O eventual problema ligado à definição da origem da mudança climática está mais ligado à baixa velocidade da implementação de benefícios globais do que a discussão a respeito de eventuais malefícios, isto é certo. Evidentemente que o período atual ficará marcado como uma época de imenso avanço tecnológico e social, com novas engenharias verdes que beneficiam não só ao ecossistema do planeta, mas à saúde imediata daqueles que o habitam.

Não existe certeza se o ser humano será capaz de resolver o problema. Talvez a humanidade seja obrigada a adaptar-se, por mais danoso que possa ser para nossas sociedades. Entretanto está evidente um esforço global para que a vida na Terra seja melhor e mais digna para todos.

Por fim, mesmo sem consenso, ou ainda de maneira mais extrema, mesmo que a teoria de Valentina Zharkova esteja correta e mundo venha a se resfriar devido aos ciclos 25 e 26 que apontam poucas manchas solares – supostamente resolvendo o problema do aquecimento global (e talvez criando um outro ainda pior) –, esta pauta deve continuar sendo usada para trazer o maior número de benefícios aos seres humanos e, principalmente, para continuar desenvolvendo solidariedade entre aqueles que habitam ao estimado planeta Terra.

Bibliografia utilizada:

1. IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y.]
2. IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B.]
3. Bryson, R. A.; Goodman, B. M. "Volcanic Activity and Climatic Changes". Science. 17 May 1980.
4. University of Washington. "Could Tiny Diatoms Help Offset Global Warming?." ScienceDaily. ScienceDaily, 26 January 2008.
5. National Assessment Synthesis Team. "Climate Change Impacts on the United States: The Potential Consequences of Climate Variability and Change". US Global Change Research Program. 2000.
6. Centro Nacional de Análise de Políticas, Washington DC, EUA. "Global Warming Primer". Segunda Edição, 2013.
7. Guerra, Patrícia. "Os efeitos do aumento das concentrações de dióxido de carbono e da turbulência na diatomácea, Chaetoceros sp." Tese de mestrado, Universidade dos Açores. 2014.
8. Jeremy D. Shakun¹, Peter U. Clark, Feng He, Shaun A. Marcott, Alan C. Mix, Zhengyu Liu, Bette Otto-Bliesner, Andreas Schmittner & Edouard Bard. "Global warming preceded by increasing carbon dioxide concentrations during the last deglaciation". Nature International Journal of Science. 2012.
9. Ball, Timothy; Harris, Tom. "The truth about CO₂ and the Failure of Carbon Taxes". Citizens Journal. 2018. <http://citizensjournal.us/the-truth-about-co2-and-the-failure-of-carbon-taxes/>
10. F. H. Cocks. "Global Warming vs. the Next Ice Age". MIT technology Review. 2009.
11. Brun, Allan; K. Browning, Matthew. "Magnetism, dynamo action and the solar-stellar connection". Living Rev. Sol. Phys. 2017
12. Echer, Ezequiel; Rigozo, Nivaor. "O número de manchas solares, índice da atividade do Sol". Revista Brasileira de Ensino de Física, vol 25, no 2. 2003

13. Shepherd, J. Simon; I. Zharkov, Sergei; Zharkova, Valentina. "Prediction of solar activity from solar background magnetic field variations in cycles 21-23". *The Astrophysical Journal*, 795:46. 2014.
14. Felício, Ricardo; Antonio, Jaschke. "Ambientes atmosféricos modificados pelo homem e suas verdadeiras implicações". *Fórum ambiental da alta paulista*. 2011
15. Ineson, Sarah; C. Maycock, Amanda; J. Gray, Lesley. A. Scaife, Adam. "Regional climate impacts of a possible future grand solar minimum". *Nature Communications*. 2015.
16. Shepherd, J. Simon; I. Zharkov, Sergei; Zharkova, Valentina. "Heartbeat of the Sun from principal component analysis and prediction of solar activity on a millennium timescale". *Nature scientific reports*. 2015.
17. Echegaray, Fabián; Hartmann, Michele. "Respostas às mudanças climáticas: inovação tecnológica ou mudança de comportamento individual?". *Estudos Avançados*. 2014.
18. Silva R. W. C., Paula B. L. "Causa do aquecimento global antropogênica versus natural". *Terrae Didatica*, 5(1):42-49. 2009
19. Felício, Ricardo. "'Mudanças Climáticas' e 'Aquecimento Global' – Nova Formação e paradigma para o pensamento contemporâneo?". *Ciência e Natura*, v. 36, Ed. Especial. 2014.
20. Felício, Ricardo; Onça, Daniela. "A elevação global das temperaturas: tendência ou artifício?". *Fórum ambiental da alta paulista*. 2012.
21. Ronniplex, Francisco; Silva, Letícia A.; Pereira, Elisiene; Lucena, Rebeca L. "Discussões sobre as mudanças climáticas globais: os alarmistas, os céticos e os modelos de previsão de clima". 2014.
22. Leite, José. "Controvérsias na climatologia: o IPCC e o aquecimento global antropogênico". *Scientle studia*, v. 13, n. 3, p. 643-77. 2015
23. Happer, William. "The truth about greenhouse gases, the dubious science of the climate crusaders". *First Things*. 2011.
24. R. Grundmann. "Climate Change as a wicked social problem". *Nature Geoscience* 9 (8), 562. 2016.