

**ENTRE A CIÊNCIA,
A MÍDIA E A SALA
DE AULA**

CONSELHO EDITORIAL ACADÊMICO
Responsável pela publicação desta obra

Antonio Nivaldo Hespanhol
Eda Maria Goes
Marcelo Dornelis Carvalho
Lindberg Nascimento Junior (discente)
Mateus Monteiro Lobato (discente)

CONSELHO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Antonio Cezar Leal (coordenador)
Rosângela Aparecida de Medeiros Hespanhol (vice-coordenadora)
Eda Maria Goes
Eduardo Paulon Girardi
João Osvaldo Rodrigues Nunes
José Tadeu Garcia Tommaselli
Marcelo Dornelis Carvalho
Maria Encarnação Beltrão Sposito
Jonatas Lima Candido (representante discente)
Lindberg Nascimento Junior (representante discente)

PAULO CESAR ZANGALLI JUNIOR

**ENTRE A CIÊNCIA,
A MÍDIA E A SALA
DE AULA**

CONTRIBUIÇÕES
DA GEOGRAFIA PARA
O DISCURSO DAS MUDANÇAS
CLIMÁTICAS GLOBAIS

**CULTURA
ACADÊMICA**

Editora

© 2014 Editora Unesp

Cultura Acadêmica

Praça da Sé, 108

01001-900 – São Paulo – SP

Tel.: (0xx11) 3242-7171

Fax: (0xx11) 3242-7172

www.editoraunesp.com.br

www.livrariaunesp.com.br

feu@editora.unesp.br

CIP – BRASIL. Catalogação na publicação
Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ

Z34e

Zangalli Junior, Paulo Cesar

Entre a ciência, a mídia e a sala de aula: contribuições da Geografia para o discurso das mudanças climáticas / Paulo Cesar Zangalli Junior. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2015.

Recurso digital

Formato: ePDF

Requisitos do sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-85-7983-626-8 (recurso eletrônico)

1. Mudanças climáticas. 2. Mudanças ambientais globais. 3. Meio ambiente. 4. Impacto ambiental. 5. Desenvolvimento sustentável. 6. Livros eletrônicos. I. Título.

15-20599

CDD: 363.7

CDU: 502.1

Este livro é publicado pelo Programa de Publicações Digitais da Pró-Reitoria de Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp)

Editora afiliada:



Asociación de Editoriales Universitarias
de América Latina y el Caribe



Associação Brasileira de
Editoras Universitárias

*Aos meus pais, Paulo e Sonia,
pelo incondicional apoio em todas
as etapas de minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador João Lima Sant'Anna Neto, por quem tenho enorme respeito e admiração. Obrigado pela oportunidade de evoluir academicamente, mas principalmente pelo convívio pessoal que extrapola os limites da academia e nos ensina pequenos valores essenciais, que muitas vezes nos pareceriam perdidos, sem os quais não seria possível um desenvolvimento, acima de tudo humano. Obrigado pelas oportunidades profissionais que nos oferece. Mas sou ainda mais grato por fazer parte, ou pelo menos me sinto assim, de uma família construída dentro e fora dessa universidade. Tenho aprendido muito e, além dessa discussão toda sobre clima (vai aquecer, vai esfriar, é o fim do mundo?), tenho aprendido a ser mais humano, sensato e muito mais forte para as adversidades. Com certeza o senhor teve e tem um papel importante em minha formação pessoal.

Aos professores Everaldo Mellazzo e Antonio Jaschke Machado, pelas orientações feitas no exame de qualificação, que certamente contribuíram muito para a conclusão deste livro. Especialmente a Mellazzo, que acompanha minha trajetória acadêmica e, por isso, soube apontar direções significativas neste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), pelo financiamento concedido, sem o qual seria praticamen-

te inviável desenvolver tal pesquisa e divulgar os resultados obtidos junto à comunidade acadêmico-científica.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da FCT/Unesp, pela oportunidade de desenvolvimento da pesquisa e pelo total apoio durante esse período. Certamente incluo todos que compõem esse programa, mas quero destacar o excelente trabalho dos funcionários da Seção de Pós-Graduação, em especial Cíntia T. Onishi.

À professora Margarete Amorim, coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Geografia durante o período de desenvolvimento da pesquisa, pelo apoio sempre que necessário e pelo excelente trabalho desenvolvido.

Aos professores da rede pública e privada de ensino de Presidente Prudente, pela compreensão e cooperação com o desenvolvimento desta pesquisa. As dificuldades e a desvalorização de nossa profissão não os impediram de dedicar um pouco de tempo para dialogar e debater. Certamente foi um grande aprendizado.

Aos amigos do Grupo de Pesquisa Gaia, Lindberg Junior, Vinicius (Cirso) Carmelo, Karime Fante, Núbia Armond, Camila Rampazzo, Iuri Simas, Francisco Cursino, pelas contribuições, pelo companheirismo e pelos momentos de descontração. Este trabalho é fruto de um pensamento coletivo. Cada um de vocês, direta ou indiretamente, contribuiu para que os resultados aqui divulgados acontecessem.

Aos amigos da República Calangos, Danilo Valentin, Clovis Ruela, Luis Henrique Bart, Carlos Eduardo Lanzi, Gustavo Garcia, Alex (Pôneis) Utsumi, Marcelo (Balada) Martins, Leone Roel, Douglas Custódio, Renan (Militar) Massuco, Felipe (Guariba) Petrassi, Marcelo Suveges, pela amizade ao longo de todos esses anos. Essa casa, e cada um de vocês, me fez amadurecer pessoalmente. Foram muitos anos (seis, para ser mais preciso) de risos, festas, brigas, desavenças, estudos, mas, acima de tudo, companheirismo e amizade. Sem vocês não teria sido a mesma coisa.

Aos amigos Jader (Gordo) Mozella, Rafael Coelho, Altieris (Téo) Lima, Rodrigo (Digão) Longo, Tiago Cubas, Fernando Kajia, Herivelto (Capeta) Rocha, pela amizade em todas as horas.

Dizem que amigos verdadeiros são poucos, mas como toda regra tem sua exceção, sou muito feliz por fugir à regra. Vocês são mais que amigos, são irmãos que, independentemente de qualquer coisa, levarei para a vida toda.

A toda minha família maravilhosa, que tanto amo e admiro. Meu irmão Guilherme, que admiro pela determinação e vontade de vencer, sem perder a ingenuidade e a ternura de um eterno menino. Obrigado!

E à minha amada Naiara. Posso dizer que você esteve comigo em todas as etapas deste trabalho (não só, claro). Quando minha primeira bolsa foi aprovada, você esteve ao meu lado para comemorar, e enquanto eu desenvolvia as pesquisas, enfurnado naquela sala de jornais. Quando defendi a monografia de bacharelado, quem estava mais ansiosa que eu? Enquanto eu passava pelo processo seletivo para ingressar no mestrado, lá estava você, segurando as pontas para que tudo acontecesse. E deu certo! Ingressei no mestrado e, mais uma vez, você esteve ao meu lado. Mesmo com alguns desencontros, no final você sempre está aqui, ao meu lado, me criticando quando precisa, me elogiando (até demais, às vezes), me apoiando, sendo mais que uma namorada. Sendo mulher! Obrigado por tornar meus dias melhores com esse seu jeito único. Obrigado pela paciência, pela compreensão.

SUMÁRIO

Introdução 13

1 A ciência das mudanças climáticas 17

2 O aquecimento global como um paradigma para a ciência das mudanças climáticas 67

3 A divulgação e a consolidação de uma agenda pública sobre as mudanças climáticas globais 109

4 A ciência climática no contexto da escola básica 131

Considerações finais 153

Referências bibliográficas 157

INTRODUÇÃO

Historicamente, o clima passou e tem passado por constantes mudanças. Mas as mudanças climáticas verificadas nas últimas décadas têm causado intenso alvoroço nos meios científicos, econômicos, políticos e sociais. Existe um consenso científico sobre as principais causas para que o clima mude de tal forma? Estaria a humanidade condenada a viver uma era catastrófica, como aponta grande parte das notícias sobre o que se convencionou chamar de aquecimento global (*global warming*)?

A Organização das Nações Unidas (ONU) e seu grupo de maior respaldo, o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), empenham grande esforço em elaborar uma série de estudos que buscam comprovar que o homem deve ser responsabilizado por aquilo que produziu ao longo dos anos, ou seja, uma mudança climática global. Para eles, dificilmente essas mudanças são verificadas apenas pela variabilidade natural do clima, afirmando que as emissões de CO₂, fruto de uma sociedade urbana e industrial, seriam as maiores responsáveis pelo aquecimento verificado nas últimas décadas.

Para que fosse possível chegar a tais conclusões, o grupo partiu de estudos paleoclimáticos para conhecer as condições climáticas de tempos passados e, por meio do estabelecimento de uma

série histórica, conhecer o clima do presente e projetar um possível clima futuro, um processo extremamente complexo que gera muitas incertezas.

Diante dessas incertezas, aparecem cientistas afirmando que a ação humana não é a principal responsável pelas mudanças climáticas, mas apenas mais uma variável a ser considerada. Para esses cientistas, os ciclos naturais da terra, como ciclos solares, ciclo de Milankovich e a própria variabilidade natural, determinariam a intensidade dessa mudança climática, tão frequente na história da Terra.

Para muitos deles, os modelos criados para analisar e prever o clima são falhos e não conseguem acoplar todos os elementos necessários para uma análise satisfatória. As séries históricas também apresentam grandes falhas, sendo que a tecnologia de medição mudou, os locais onde se encontravam as estações meteorológicas mudaram e a quantidade de dados também ficou menor e menos confiável.

O que se pretende ao longo deste livro é entender melhor as questões relacionadas às mudanças climáticas, procurando compreender os discursos dos agentes envolvidos na construção e divulgação de um alerta climático global. Assim, poderemos desvendar as implicações políticas, científicas e sociais de um problema tão debatido nos últimos anos.

Por ser um problema ambiental, o aquecimento global precisa ter suas bases bem arquitetadas, e isso só é possível quando os agentes políticos/econômicos, a mídia e a ciência dialogam no mesmo sentido. A ciência é a base fundamental para a credibilidade de toda a discussão, mas a mídia desempenha importante papel na divulgação, na consolidação e na legitimação de uma agenda pública sobre o tema, destacando a necessidade rápida de intervenção e, com isso, limitando o tempo para o diálogo.

O papel da ciência no debate sobre o aquecimento global será discutido, ao longo dos capítulos, sob os pressupostos de paradigmas ou da disputa de dois paradigmas na ciência sobre o possível problema. Cada paradigma assume seu papel além da comunidade científica e busca responder às dúvidas da sociedade sobre seu próprio futuro.

Assim, primeiramente apresentaremos a discussão teórica sobre as mudanças climáticas globais. A fundamentação teórica nesse capítulo apresenta um paradigma em que o homem assume um papel de protagonista nas alterações do clima, o que se convencionou chamar de Paradigma Aquecimentista Antrópico. O outro paradigma em disputa considera que o homem tem um potencial transformador do clima, porém, quando se considera a dinâmica climática global, existem vários outros fatores que minimizam a ação humana, o que se denomina de Paradigma do Aquecimento Natural.

Em seguida, a discussão permeia o paradigma que foi adotado pela ciência das mudanças climáticas. É nesse capítulo que nos debruçaremos sobre a geopolítica das mudanças climática, apresentando os principais países que determinam as regras do debate científico sobre as mudanças climáticas e as principais instituições de pesquisa desses países, comparando-os com o Grupo de Trabalho I do IPCC. Essa análise permite romper com a ideia de um consenso científico na ciência.

O terceiro capítulo traz a mídia para esse contexto. A mídia é considerada um agente fundamental na tematização dos problemas ambientais, uma vez que é por meio dela que os formuladores de políticas conseguirão legitimar uma agenda pública sobre tais problemas e, nesse caso, entender as mudanças climáticas como um problema resultante do aquecimento global.

Por fim, compreendendo que é na escola que se alicerçam as bases de uma sociedade. Debater com o discurso científico e sobre como a mídia aborda essas questões é de fundamental relevância no contexto atual. Aqui discutiremos o material didático tanto da rede pública de ensino quanto da privada e o papel do professor na construção e desconstrução de ideias e conceitos científicos. O professor possui meios de fomentar o debate e confrontar discursos hegemônicos que nada contribuem para o desenvolvimento de políticas públicas. Com isso, a intenção é destacar o papel desse profissional para procurar entender como ele tem sido influenciado, ou não, pelo discurso midiático.

O último capítulo apresenta o atual momento da ciência e sugere uma anomalia entre o que a ciência observa daquilo que a natureza

nos revela. O enigma do termômetro nos revela que as concentrações de CO₂ aumentaram nos últimos dez anos, porém as temperaturas não. Logo, de forma rápida apresenta-se uma possível crise do paradigma que, segundo alguns cientistas, seria respondido pelo Quinto Relatório do IPCC (AR5).

Com isso, pretendo contribuir para o desenvolvimento de um pensamento que supere as limitações do processo científico e possa contribuir com o avanço das atividades em sentido amplo e irrestrito, apresentando argumentos úteis à desvinculação do tema proteção climática das escalas superiores (global) para discuti-lo nas escalas de repercussão e percepção dos impactos.

1

A CIÊNCIA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Engana-se aquele que pensa a ciência das mudanças climáticas como algo inédito e original na história. Neste capítulo apresentaremos e discutiremos as bases teóricas, ou pelo menos parte delas, utilizadas pelos cientistas ao formular seus trabalhos sobre as mudanças climáticas globais.

A princípio discutiremos as teorias centrais sobre o aquecimento global compreendo a composição da atmosfera, as teorias que relacionam o dióxido de carbono (CO_2) com a variação de temperatura. Em seguida apresentaremos os dois paradigmas centrais e suas principais bases teóricas a fim de contextualizar e melhor compreender todo o desenvolvimento dos demais capítulos.

Para começar a entender as bases fundamentais do desenvolvimento da ciência que envolve o aquecimento global, precisamos compreender os mecanismos do balanço de energia do sistema Sol-Terra, mesmo que de forma simplificada. O Sol nos envia radiação eletromagnética em forma de ondas curtas (ROC), que pode ser entendida por meio de um modelo corpuscular ou ondulatório. No modelo ondulatório, essas ondas eletromagnéticas não necessitam de um meio para se propagar. Já no modelo corpuscular, transita nessa onda uma energia chamada de fótons. Quando os fótons da radiação são absorvidos por um alvo, este tem seu nível energético

elevado, atingindo um estado de excitação. Porém, esse corpo não pode ficar com níveis energéticos acima do normal e precisa retornar ao seu estado inicial. Para isso, o corpo emite esses fótons em forma de radiação de ondas longas (ROL), ou radiação infravermelha termal, calor sensível e calor latente. É essa relação entre a energia que chega à superfície em forma de ROC e a energia emitida novamente à atmosfera e que volta para a superfície – absorvida ou refletida por nuvens ou vapor d'água – que sugere o balanço energético global, aquecendo a superfície do planeta (Baptista, 2009).

Enquanto esse processo, já ilustrado, aquece a Terra, outro comprimento de onda, extremamente importante, faz com que a Terra arrefeça, até porque a radiação solar por si só aqueceria o planeta a temperaturas extremamente altas. Para que a temperatura média da Terra mantenha-se relativamente constante, toda a radiação solar absorvida deve ser equilibrada por uma quantidade equivalente de energia infravermelha, que sai da Terra e volta ao espaço. Esse processo é conhecido como “equilíbrio de energia irradiada” (Spencer, 2009) e é extremamente significativo para compreendermos o aquecimento global, pois é por meio da interação entre a energia absorvida e a energia infravermelha liberada pelos corpos para a atmosfera que são formuladas as teorias de aquecimento e esfriamento global, por exemplo.

A combinação entre radiação solar e infravermelha por si só deixaria a Terra a uma temperatura de aproximadamente 60 °C (ibidem, p.73). Porém, muito antes da temperatura chegar a esse ponto, a atmosfera torna-se instável em termos de condução de calor, o que significa dizer que o ar quente da superfície sobe e o ar frio começa a descer, em um processo de transporte de excesso de calor da superfície para as partes mais altas da atmosfera, ou seja, um processo físico que movimenta calor de onde há mais para onde há menos, em uma movimentação que expressa uma demonstração básica da Lei da Termodinâmica.

Esse princípio é fundamentado, também, no fato de que o modo com que a Terra aquece não é uniforme. Os trópicos aquecem mais que os polos, pois recebem mais radiação solar, da mesma forma

que a superfície dos continentes aquece mais que os oceanos. Essa diferença de temperatura, simplificada, faz com que ocorra o transporte de calor também de uma região para outra por meio das correntes de ventos e oceânicas, em forma de calor sensível ou calor latente. É o calor latente o principal responsável pelo arrefecimento do planeta, uma vez que tem a capacidade de transformar a água líquida em vapor d'água. Esse vapor d'água é responsável, em primeira mão, pelo arrefecimento da superfície, mas quando transportado para as altas camadas da atmosfera, torna-se o principal gás de efeito estufa, sendo simultaneamente responsável pelo aquecimento do planeta (ibidem, p.77).

No balanço energético Sol-Terra notam-se alguns gases responsáveis pelo efeito estufa do planeta, como o vapor d'água e os aerossóis, mas a atmosfera é muito mais complexa que isso. A atmosfera pode ser descrita como “uma camada fina de gases, sem cheiro, sem cor e sem gosto, presa à Terra pela força da gravidade” (Ayoade, 1986, p.15). Essa mistura instável tem como gases mais importantes o nitrogênio, o oxigênio, o argônio, o dióxido de carbono, o ozônio e o vapor d'água, sendo que os volumes de oxigênio, nitrogênio e argônio são praticamente constantes temporalmente e espacialmente e representam 99,92% do volume total da atmosfera. Já o vapor d'água varia de acordo com as condições de temperatura e a disponibilidade de água na superfície terrestre, sempre na proporção de 0% a 3-4%.

O ozônio, outro gás muito comentado nas questões sobre aquecimento global, está concentrado nas grandes altitudes, geralmente entre 15 quilômetros e 35 quilômetros da atmosfera, e varia de acordo a latitude, sendo a variação de sua concentração praticamente nula na região do equador e tendo grande concentração nos polos. Isso se dá porque o ozônio é formado a partir da interação da radiação ultravioleta e as moléculas de oxigênio. Assim, as moléculas de oxigênio rompem-se, e os átomos separados combinam-se individualmente com outras moléculas de oxigênio. Esse processo de formação ocorre na camada entre 40 quilômetros e 50 quilômetros, mas sua concentração máxima é encontrada entre 15 quilôme-

tros e 35 quilômetros, pois a radiação solar destrói parte do ozônio formado. Mas, devido a algum mecanismo de circulação, o ozônio é transportado para camadas nas quais a probabilidade de destruição é menos provável (ibidem, p.16). Ou seja, o ozônio é um gás formado a partir da interação entre radiação ultravioleta e oxigênio, e nada aparece com relação aos clorofluorcarbonetos (CFC), gases utilizados em refrigeração.

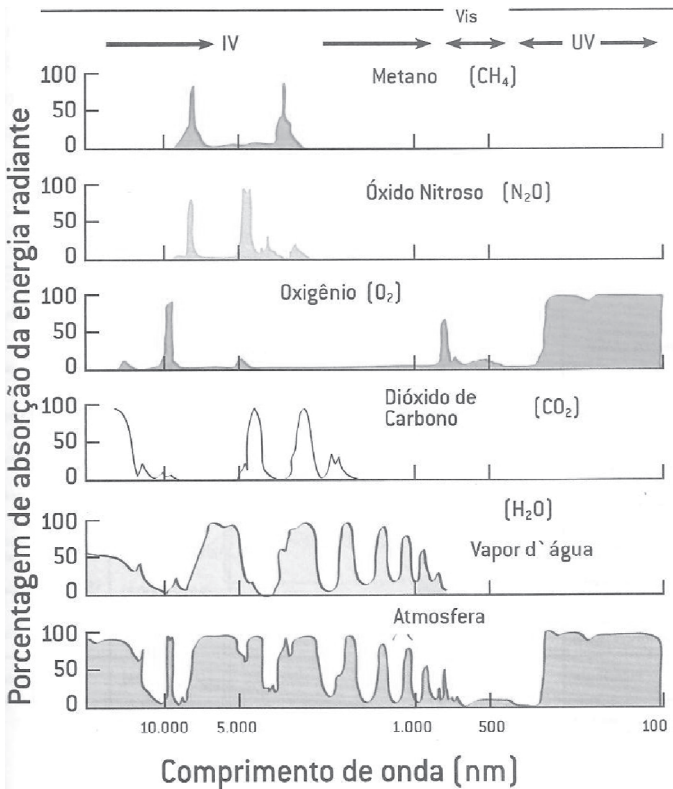
Outro gás importante na composição atmosférica é o metano, produzido pela decomposição anaeróbia de matéria orgânica. As emissões naturais de metano estão associadas aos pântanos, aos oceanos, às florestas, aos incêndios, às térmitas e a fontes geológicas, enquanto as fontes antropogênicas fazem referência à rizicultura, à digestão de ruminantes, aos aterros sanitários e lixões, à queima de biomassa e à exploração de combustíveis fósseis.

Com relação ao dióxido de carbono (CO_2), gás mais importante para o aquecimento do planeta segundo o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), este entra na atmosfera principalmente por meio da ação dos organismos vivos nos oceanos e nos continentes, e tem seu equilíbrio feito pela fotossíntese e pela absorção e liberação feita pelos oceanos. Na composição total da atmosfera, no entanto, esse gás tem concentração irrisória de aproximadamente 0,04%, variável com o tempo. O CO_2 é constantemente trocado entre a atmosfera e o oceano, e essa troca pode ser expressa de três formas: absorção ou lançamento de CO_2 devido à mudança de solubilidade (o CO_2 é mais solúvel em águas mais frias e menos salinas); mudanças na fixação na forma de carbono orgânico particulado (COP) em águas superficiais pela fotossíntese e seu posterior afundamento (processo limitado pela disponibilidade de luz e nutrientes); e mudanças no lançamento de CO_2 nas águas superficiais durante a formação de conchas calcárias dos organismos marinhos (Onça, 2011, p.75).

O vapor d'água, o CO_2 , o ozônio, o metano e os aerossóis têm papel fundamental no balanço energético da Terra e na composição do que se convencionou chamar de efeito estufa. Na Figura 1 fica nítido como cada gás do efeito estufa (GEE) interage e absorve

radiação em diferentes comprimentos de onda, e é a partir desses pressupostos que são embasadas a teoria tanto de cunho aquecimento quanto cética em relação a toda essa mudança pela qual vem passando o planeta nos últimos anos.

Figura 1 – Participação de cada gás de efeito estufa na absorção de energia solar



Fonte: Baptista, 2009, p.33

Há, entretanto, uma série de outros elementos que, combinados à composição química da atmosfera e ao balanço energético Sol-Terra, desempenham papel de manutenção ou mudança climática e merecem no mínimo ser lembrados. Isso porque o sistema climá-

tico é um sistema complexo e interativo, e essa interação se estabelece entre a atmosfera, a hidrosfera, a superfície terrestre, a criosfera e a biosfera. A atmosfera, como já demonstrado, é o componente mais instável desse sistema e, com a superfície terrestre, controla como se dá o balanço energético da Terra, pois é a rugosidade com a qual se apresenta a superfície que determinará como a radiação incidente retornará para a atmosfera. A biosfera, tanto marinha quanto terrestre, desempenha importante papel na manutenção do ciclo do carbono, além de estar envolvida no ciclo de outros gases, como o metano e o óxido nitroso. Os oceanos compreendem 70% da superfície da Terra e, por isso, são um controlador climático extremamente importante, pois realizam trocas de gases com a atmosfera, são um excelente estoque de carbono dissolvido e, devido a sua lenta circulação e inércia térmica, atenuam grandes mudanças climáticas, da mesma forma como podem acelerá-las. No entanto, os processos que ocorrem nos oceanos e seu papel no clima são pouco conhecidos e acabam tornando-se um elemento extremamente complexo na análise climática (ibidem).

Essa complexidade, no entanto, ao mesmo tempo em que é fascinante e incentivadora, nos coloca em uma armadilha já conhecida: a grande quantidade de incertezas geradas na ciência climática. Quanto mais conhecemos o sistema climático em suas diferentes formas de interação, mais incertezas são geradas e integradas aos modelos computacionais criados para prever e simular o tempo e o clima. É a partir dessas incertezas que se fundamenta toda discussão que envolve as mudanças climáticas globais e o tão polêmico aquecimento global, sejam elas no âmbito científico, político ou econômico.

A mudança climática global como paradigma

Incertezas são processos científicos fundamentais para o desenvolvimento de teorias e para a superação dos limites encontrados (quebra-cabeças). A ciência é feita de dúvidas e questionamentos –

estranho seria se assim não fosse –, porém nem sempre esses questionamentos respondem às incertezas ou rompem com uma teoria preestabelecida, mas, sim, contribuem para o desenvolvimento e a manutenção dessas teorias. É a partir disso e por isso que as teorias de Thomaz Kuhn (1962) e a noção de paradigma apresentada por ele em sua obra *A estrutura das revoluções científicas* foram adotadas como estrutura deste livro.

Para Kuhn (2005, p.13), paradigmas são “realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência”. Ou seja, são os processos, os métodos e as regras que norteiam as pesquisas em uma determinada ciência, o que ele chama de “ciência normal”, que pode ser considerada como uma fase da estabilidade e consolidação paradigmática, dado que é a fase que sucede a superação de uma crise, ou um intenso debate científico (ibidem). No caso das mudanças climáticas globais, da forma como se apresenta, o paradigma se consolidará, ou não, embasado nas teorias que relacionam temperatura com concentração de CO₂.

O debate sobre a interação dos gases do efeito estufa com a radiação solar e o calor, por exemplo, tem início em 1863. Tyndall realizou experimentos com gases presentes na atmosfera buscando compreender como a luz dispersava-se ao atravessar os aerossóis e chegou à conclusão de que os gases essenciais, como o oxigênio, o hidrogênio e o nitrogênio, eram quase transparentes à radiação emitida, enquanto o vapor d’água, o CO₂ e o ozônio eram mais susceptíveis à absorção de energia radiante e, mesmo em pequenas quantidades, poderiam absorver mais energia que a própria atmosfera (Fleming, 1998). Mas, foi com Arrhenius (1896), e suas famosas pesquisas sobre os efeitos do CO₂ e o equilíbrio radiativo da Terra, que a teoria do aquecimento antropogênico ganhou notoriedade. Arrhenius projetou cenários de aumento e diminuição da concentração de CO₂ na atmosfera, calculando o balanço energético e a condução de calor apresentado pelos modelos, o que o levou a concluir que a diminuição na concentração desse gás na atmosfera

teria causado períodos de glaciações e que um aumento da concentração de carbono poderia elevar a temperatura em até 6 °C, normalmente distribuídos por séculos (Onça, 2011). Mas, ao contrário do que se pensa atualmente, Arrhenius não estava preocupado com os desdobramentos do aumento da concentração de CO₂. Como aponta seu livro *Worlds in the Making* (1908), Arrhenius acreditava que esse aumento traria um melhor clima para o planeta, especialmente para as áreas mais frias.

Mas foi somente em 1938 que a relação entre atividades humanas e o clima retomou seu papel de destaque, quando Callendar apresentou à Royal Meteorological Society de Londres um trabalho afirmando que o aumento das temperaturas verificado desde o início do século XX era fruto da emissão de CO₂ oriundo da queima de combustíveis fósseis. Esse artigo foi recebido com grande ceticismo na comunidade científica, e essa relação, no entanto, veio a ser mais bem esclarecida na década de 1950, quando Plass (1956), ao realizar estudos sobre a radiação infravermelha para um grupo experimental da Universidade de John Hopkins, verificou que, conforme aumenta a concentração do CO₂, aumenta a temperatura efetivamente, mas, diferente de Arrhenius e Tyndall, explicou que essa interação acontece na baixa atmosfera, causando um desequilíbrio entre a radiação infravermelha emitida e o fluxo solar absorvido e emitido pela superfície no infravermelho, sendo que o equilíbrio radiativo é repostado com um aumento das temperaturas (Santos, 2007).

Porém, era necessário saber se a concentração de CO₂ na atmosfera estaria realmente aumentando. Foi então que o químico Hans Suess deu início aos estudos para entender as concentrações desse gás na atmosfera. Em 1957, juntamente com o oceanógrafo Revelle, publicaram um artigo que apresentava resultados de medições para inferir qual a taxa de dissolução do carbono nos oceanos, já que muitos cientistas acreditavam que o CO₂ emitido era dissolvido nos oceanos, concluindo que a acumulação do CO₂ antropogênico na atmosfera “se poderá tornar significativa nas décadas futuras se continuar o aumento exponencial da combustão industrial dos combustíveis fósseis” (ibidem, p. 50).

Questionando e avançando sobre essa relação, aparece ainda Nicholas J. Shackleton (1937-2006), que com base nas variações das manchas solares e a intensidade das radiações que efetivamente atingem a superfície terrestre, concluiu que, isoladamente, essa variação não consegue explicar o aumento ou a diminuição da temperatura global, uma vez que houve períodos de grande atividade solar sem o acréscimo da radiação absorvidas pelo sistema, ou seja, sem o aumento de temperatura. Outros fatores de mudanças deveriam ser considerados. Ao estudar as geleiras da Antártica e da Groenlândia, descobriu que havia uma relação entre altas temperaturas e concentração de CO_2 , ou seja, historicamente, em períodos mais quentes, havia índices mais altos de CO_2 na atmosfera, porém a ordem predominante não ficava tão evidente, ou seja, a quantidade de carbono aumentaria após o aumento das temperaturas, e não o contrário (Maruyama, 2009).

No entanto, são as bases teóricas de Tyndall, Arrhenius, Callendar, Plass, Revelle e Suess que fundamentam todo um paradigma das mudanças climáticas globais. A criação do World Climate Research Program (WCRP) pelo International Council of Scientific Unions e pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), em 1979, e a criação do IPCC, em 1988, pela OMM e pela Organização das Nações Unidas (ONU) também constituíram um importante marco na consolidação de uma ciência climática paradigmática.

Contudo, não é um caminho rápido e fácil para uma ciência passar de um período “extraordinário” para ciência “normal” (Kuhn, 2005). Após a criação do IPCC, por exemplo, com a publicação do seu primeiro relatório (First Assessment Report – FAR), em 1990, houve um intenso ceticismo quanto às projeções devido à grande quantidade de incertezas que englobam o sistema climático. Devido a isso, abordou-se, nesse trabalho, a existência de dois paradigmas na ciência climática, um que responde à gênese do aquecimento abrupto verificado nos últimos anos por meio das emissões de GEE na atmosfera pela ação antrópica, e outro que considera que a variabilidade natural do clima explica de forma suficiente o aquecimento verificado. Ambos os paradigmas consideram variáveis naturais e

antrópicas, porém o protagonismo exercido por cada elemento é o que os difere. Nesse sentido, vamos nos propor a pensar a ciência da mudança climática global sobre o pressuposto da disputa de dois paradigmas, buscando contribuir para o debate científico em uma perspectiva geográfica (admitindo que esta seja uma ciência que se propõe a analisar a interação da sociedade com a natureza e a forma como esta se apropria do espaço geográfico).

O paradigma aquecimentista antrópico

Iniciamos ressaltando um ponto central. Trata-se de um paradigma que considera a ação humana como principal agente responsável pelo aumento da temperatura verificado nas últimas décadas, considerando a relação entre aumento de temperatura e concentração de CO₂ intrinsecamente relacionados, ou seja, as emissões de CO₂ são a causa, e não efeito do aumento da temperatura.

O IPCC é a principal instituição científica dessa ciência paradigmática e realiza estudos climatológicos desde 1988, quando fundado e financiado pela ONU. Desde então, foram publicados cinco relatórios técnicos, científicos e políticos mostrando resultados e avanços que poderiam explicar a natureza do aquecimento atual e reafirmar a necessidade de adaptação ou não diante de tais mudanças hoje tidas como catastróficas e nunca antes vistas na história da Terra. Desde o FAR até o quinto relatório publicado (AR5 – 2013),¹ foram notados avanços significativos nas questões de modelagem climática e diminuição das incertezas geradas por esses modelos e na compreensão de que a complexidade do sistema climático é algo ainda extremamente longe de ser dominada em sua totalidade pelos bancos de dados climáticos mais conceituados no meio científico.

1 As bases científicas do paradigma aquecimentista antrópico, apresentadas neste capítulo, foram embasadas no AR4 (2007). As considerações apresentadas pelo AR5 (2013) foram introduzidas posteriormente de forma complementar.

Segundo o IPCC (2007), as alterações nos padrões climáticos dificilmente são geradas apenas pela variabilidade natural do planeta, uma vez que os modelos climáticos utilizados para simulação do clima futuro, quando testados somente com variáveis naturais, não apresentam o aquecimento verificado.

Essas simulações são realizadas por modelos matemáticos elaborados a partir de leis fundamentais da física e de processos climáticos essenciais em uma teia tridimensional de pontos na superfície da terra. Os Global Climate Models (GCM) são os modelos mais utilizados em diferentes centros de pesquisas do mundo todo e rodados em diferentes escalas e com diferentes interações. Tratam-se de modelos complexos e que muitas vezes não são capazes de agregar todos os elementos essenciais para uma boa simulação do clima futuro. No quarto relatório, foi apresentada uma versão atualizada capaz de uma compreensão maior dos sistemas climáticos, além de proporcionar maior capacidade de integração entre diferentes modelos. São os Atmosphere-Ocean General Circulation Model (AOGCM). Porém, o grande entrave desses modelos são os elevados custos computacionais, que limitam a quantidade de experimentos a um número pequeno e dificultam estudos de evolução climática em longo prazo.

Na tentativa de superar essas limitações, há a superposição, e até mesmo a integração desses modelos com modelos mais simples, de complexidade computacional reduzida. Apesar de apresentar um resultado parecido com o dos AOGCMs, esses modelos mais simplificados deixam de inserir processos atmosféricos e climatológicos importantes, o que em alguns casos limita os resultados e abre um grande precedente para questionamentos científicos, como o próprio relatório afirma.

No entanto, permanece o alerta de que os modelos não fornecem uma simulação perfeita da realidade, porque resolver todas as escalas espaciais ou temporais importantes permanece muito além das capacidades atuais, e também porque o comportamento de um sistema complexo, não linear como esse, pode em geral ser caótico. (ibidem, p.113)

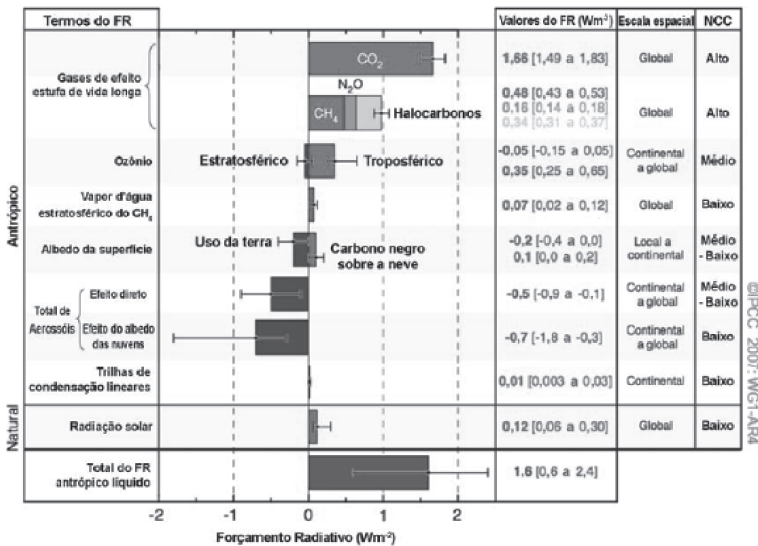
Mesmo assim, o AR4 afirma com grande capacidade de confiança – o que é representado na proporção de 90% de confiança – que “o aquecimento do sistema climático não é um equívoco, sendo agora evidente de acordo com as observações de aumento global do ar e das temperaturas dos oceanos, derretimento de gelo e neve em larga escala, e aumento global do nível dos oceanos” (ibidem).

As conclusões do quarto relatório apresentam afirmações científicas extremamente interessantes para a compreensão do problema e para fundamentar essa confiança quase certa das mudanças climáticas antrópicas. O equilíbrio energético do sistema climático tem sido alterado por mudanças na quantidade de gases de efeito estufa e aerossóis da atmosfera, na radiação solar e nas propriedades da superfície terrestre. Essas mudanças são expressas nos modelos climáticos em forma de forçantes radiativas (Figura 2), uma medida que expressa o equilíbrio energético do sistema Terra-Atmosfera. O forçamento positivo expressa aumento de temperaturas, enquanto o forçamento negativo representa um resfriamento. Essa medida compara a forma como os fatores humanos e naturais provocam o aquecimento ou o esfriamento do clima global. O que se constata é que o forçamento positivo não se equipara aos índices de temperatura atuais quando simulada apenas a variável natural, ou seja, sem a presença de cenários de grandes emissões de GEE. Porém, quando o cenário de simulação agrega as variáveis naturais e antrópicas, os modelos apresentam resultados significativos para esse forçamento radiativo positivo. Porém, considerando os componentes do forçamento radiativo, na Figura 2 nota-se que o aumento do CO_2 apresenta um forçamento positivo de $1,83 \text{ W/m}^2$, no entanto as nuvens poderiam cancelar esse efeito com forçamento negativo de $-1,8 \text{ W/m}^2$.

Entre os gases estufa antrópicos, o CO_2 é o mais importante. E, conforme vem sendo constatado pelas atuais medições e pelas medidas obtidas pela paleoclimatologia por meio de testemunho de gelo e anéis de árvores, essa concentração atmosférica global aumentou de um valor pré-industrial de cerca de 280 ppm para 379 ppm em 2005, alcançando o nível de 400 ppm no ano de 2013 (AR5, 2013). Ainda segundo o relatório, a concentração atmosférica de CO_2 em

2005 ultrapassa em muito a faixa natural dos últimos 650 mil anos (180 ppm a 300 ppm). O alerta ainda pode soar, porque a taxa de aumento da concentração anual de dióxido de carbono foi mais elevada durante os dez últimos anos que precederam a publicação do relatório (1,9 ppm por ano de 1995 a 2005) do que desde o início das medições atmosféricas diretas contínuas (média de 1960 a 2005: 1,4 ppm por ano), mas com variações nessa taxa de um ano para o outro.

Figura 2 – Componentes do forçamento radiativo para o ano de 2005



Fonte: IPCC, 2007, p.6

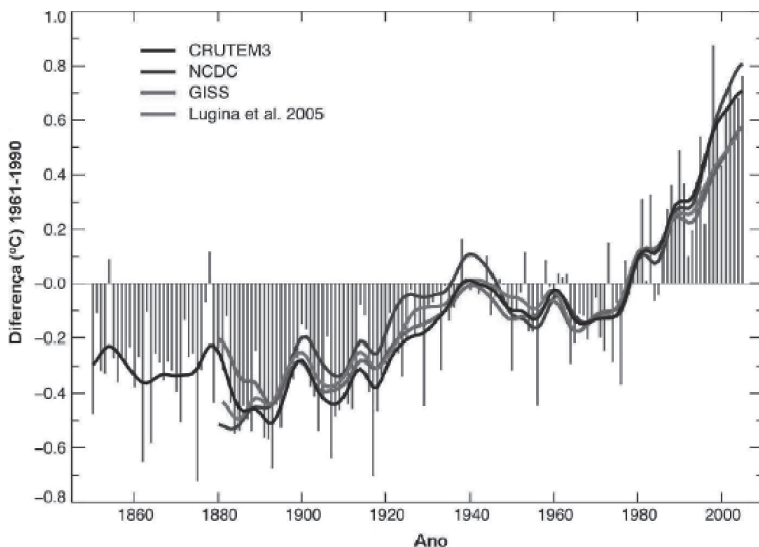
Portanto, considerando o aquecimento como inequívoco, o relatório apresenta algumas tendências de aumento de temperatura (Figura 3) e as seguintes constatações:

Onze dos últimos doze anos (1995 a 2006) estão entre os 12 anos mais quentes do registro instrumental da temperatura da superfície global (desde 1850). A tendência linear atualizada de 100 anos (1906 a 2005) de 0,74 °C [0,56 °C a 0,92 °C] é, portanto, mais elevada do que a tendência correspondente para o período de 1901 a

2000 apresentadas no TRA, de $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ [$0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$]. A tendência linear de aquecimento ao longo dos últimos 50 anos ($0,13\text{ }^{\circ}\text{C}$ [$0,10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $0,16\text{ }^{\circ}\text{C}$] por década) é quase o dobro da dos últimos 100 anos. O aumento total de temperatura de 1850-1899 a 2001-2005 é de $0,76\text{ }^{\circ}\text{C}$ [$0,57\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $0,95\text{ }^{\circ}\text{C}$]. Os efeitos das ilhas de calor urbano são reais mas locais, exercendo uma influência insignificante (menos de $0,006\text{ }^{\circ}\text{C}$ por década sobre a terra e zero sobre os oceanos) nesses valores. {3.2}. (IPCC, 2007, p.8)

O relatório ainda nos apresenta uma correlação entre as medidas de superfície com aquelas feitas por balões e satélites da baixa e média troposfera, o que diminui cada vez mais os índices de incertezas, uma vez que esses eram ainda dados discrepantes do terceiro relatório publicado. A Figura 3 mostra a variação de temperatura verificada de acordo com diferentes fontes. O gráfico mostra a tendência de aquecimento desde 1860 com relação à média do período de 1961-2004.

Figura 3 – Anomalias anuais de temperatura de superfícies continentais de 1850 a 2005, relativas à média do período 1961-1990



Fonte: IPCC, 2007

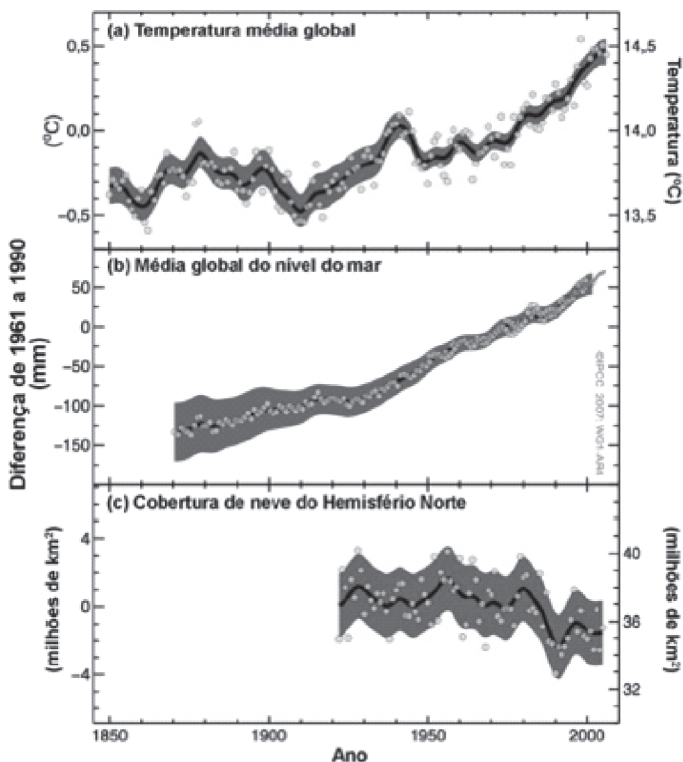
O vapor d'água é o gás estufa mais importante e com maior capacidade de absorção de radiação e, portanto, com capacidade maior de aquecimento. Segundo o relatório, desde a década de 1980 vêm sendo observados aumentos significativos na concentração do vapor d'água na atmosfera. A justificativa para tal aumento está na temperatura dos oceanos, que cada vez mais apresenta padrões de aquecimento. Segundo observações feitas desde 1961, a temperatura média dos oceanos tem aumentado até mesmo em profundidades de cerca de trezentos metros, além de que os oceanos têm absorvido cerca de 80% de todo o calor acrescentado ao sistema climático. Esse fenômeno faz com que a água expanda-se e contribui com o aumento do nível do mar.

A cobertura de neve e gelo tem diminuído em torno de 10% desde a década de 1960, o que também contribui para uma elevação nos níveis dos oceanos. A velocidade do fluxo de degelo aumentou em algumas geleiras da Groenlândia e da Antártica.

Para a região ártica, o relatório aponta resultados significativos, conforme podemos verificar na Figura 4, mostrando que as temperaturas médias do Ártico aumentaram quase o dobro da taxa global nos últimos cem anos, e que a extensão do gelo marinho vem reduzindo a uma taxa de 2,7% por década desde 1978, com reduções maiores no verão, de aproximadamente 7,4%, conforme o TAR apresentou e foi confirmado pelos dados do AR4. A área de solo e subsolo congelado (*permafrost*) diminuiu gradativamente, desde 1900, cerca de 7%, com reduções maiores na primavera, chegando a 15%, isso devido a um aumento na temperatura do topo do *permafrost* que chega a 3 °C na região do Ártico.

Mudanças nos níveis de precipitação também foram observadas. Segundo o relatório, tendências de longo prazo (1900 a 2005) foram observadas na quantidade de precipitação para grandes áreas do planeta. Um aumento nos níveis de precipitação foi observado na parte leste da América do Norte e América do Sul, no norte da Europa e no centro e norte da Ásia. Tendências de diminuição da precipitação apontam para um clima mais seco no Sahel, Mediterrâneo, no sul da África e em partes do sul da Ásia, mas o relatório

Figura 4 – Mudanças na temperatura, no nível do mar e na cobertura de neve do Hemisfério Norte



Fonte: IPCC, 2007, p.9

aponta, ainda, que tendências de precipitação apresentam grande variabilidade em termos espaciais e temporais, e há ainda a limitação de dados de algumas áreas.

A precipitação e evaporação dos oceanos também podem estar sofrendo mudanças, uma vez que se constataram alterações da salinidade da água em diferentes latitudes. Em altas e médias latitudes estaria ocorrendo uma dessalinização, ou seja, os oceanos estariam tornando-se mais doces, enquanto nas baixas latitudes estaria acontecendo exatamente o contrário, com maior salinização da área.

Secas mais intensas e mais longas vêm sendo observadas desde a década de 1970, especialmente nos trópicos e na região subtropical. Esse fenômeno foi associado à diminuição da precipitação com o aumento de temperaturas tanto da atmosfera quanto da superfície dos oceanos, associados a mudanças nos padrões dos ventos e ao derretimento de grandes geleiras. Outro fenômeno que vale destacar é o aumento anual dos episódios de precipitação extrema, condizente com o aumento das temperaturas médias globais.

Com relação a episódios extremos de temperatura, houve um aumento do valor das temperaturas mínimas, ou seja, tornaram-se cada vez menos frequentes dias e noites frias e geadas, aumentando cada vez mais ou número de dias e noites quentes e ondas de calor, como aponta o AR4.

Também foi notado, com base em observações, que houve uma intensificação dos furacões tropicais do Atlântico Norte desde a década de 1970, correlacionada com o aumento da temperatura da superfície dos oceanos nos trópicos. Porém, como as observações mais recentes, via satélite, com monitoramento intensivo são datadas de 1970, e considerando uma variabilidade multidecadal desse fenômeno, fica extremamente difícil a caracterização de uma tendência de longo prazo para tal fenômeno.

Considerando alguns fatores naturais, o relatório ainda apresenta alguns elementos que, por falta de dados ou por mais conhecimento da complexidade do sistema climático, passaram a não integrar um nível de mudança significativo.

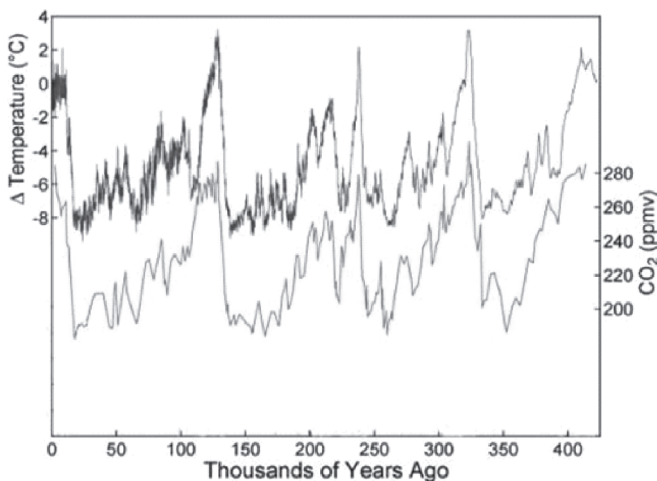
No terceiro relatório apresentado (TAR), o IPCC afirmava que havia uma redução da amplitude térmica diária, porém os dados disponíveis eram falhos e cobriam apenas uma área reduzida. No quarto relatório, foi apresentada uma correção desses dados mostrando que, muito provavelmente, essa redução da amplitude diária não exista, afirmando, ainda, que as tendências variam muito de acordo com a região específica.

Alguns fenômenos de pequena escala, como ciclones, grânizo, tempestade de poeira e o revolvimento da célula de circulação global meridional, não apresentam evidências significativas para determinar se existe relação com o aquecimento global.

A extensão do gelo marinho antártico continua a apresentar uma variabilidade anual e mudanças localizadas, porém não se confirmou nenhuma tendência média significativa condizentes com a falta de aquecimento detectada nas medias de temperaturas da região.

Todas essas observações levaram o grupo à conclusão de que é muito provável que a maior parte do aumento verificado nas temperaturas globais desde meados do século XX deva-se ao aumento da concentração de GEE antrópicos, conforme expresso no gráfico da Figura 5, em que a linha azul representa os valores de temperatura, enquanto que a linha verde, a concentração de CO_2 , com dados obtidos a partir da análise de cilindros de gelo de Vostok, na Antártica. O relatório aponta, ainda, que a influência humana expande-se para outros aspectos do clima, como o aumento das temperaturas dos oceanos, temperaturas extremas e padrões dos ventos.

Figura 5 – Relação entre temperatura e concentração de CO_2 como resultado do aumento das temperaturas médias globais



Fonte: IPCC, 2001

Ainda de acordo com o IPCC, é provável que o aumento das concentrações de gases estufa de origem antrópica tenha causado sozinho mais aquecimento do que o verificado, uma vez que aeros-

sóis vulcânicos e antrópicos tenham compensado relativamente esse aquecimento.

Os padrões observados de aquecimento, inclusive um aquecimento maior sobre o continente do que sobre o oceano, e suas mudanças no tempo, são simulados apenas em modelos que incluem o forçamento antrópico. A capacidade dos modelos climáticos acoplados de simular a evolução da temperatura observada em cada um dos seis continentes fornece uma evidência mais contundente da influência humana no clima do que havia quando da publicação do TAR. É *provável* que exista um aquecimento antrópico significativo ao longo dos últimos cinquenta anos, considerando a média de todos os continentes, exceto a Antártica. Porém:

Incerteza nas emissões futuras de gases de efeito estufa e aerossóis, atividades vulcânica e solar que afetam a forçante radiativa do sistema climático. Incerteza na inclusão de efeitos diretos do aumento na concentração de CO² atmosférico nas plantas, e do efeito de comportamento das plantas no clima futuro. Incertezas na sensibilidade do clima global e nos padrões regionais das projeções do clima futuro simulado pelos modelos. Isto é devido às diferentes formas em que cada AOGCM representa os processos físicos e os mecanismos do sistema climático. Cada AOGCM simula um clima global e regional com algumas diferenças nas variáveis climáticas como temperatura do ar, chuva, nebulosidade e circulação atmosférica. (Marengo, 2007b)

Projeções de um clima futuro

Para projetar e simular o clima futuro, o IPCC criou alguns cenários de emissões. Esses cenários representam uma simulação do possível desenvolvimento futuro das emissões de substâncias que têm um efeito radiativo potencial (gases de efeito estufa, principalmente o CO₂, e aerossóis), baseados em uma combinação coerente e internamente consistente de hipóteses sobre forçantes controla-

doras, como demografia, desenvolvimento socioeconômico e mudança na tecnologia, assim como suas interações. Tanto no TAR quanto no AR4 estão apresentados e classificados esses cenários (SRES) de acordo com algumas projeções e classificados como A1, A2, B1, B2, porém com alguns avanços para esse último relatório, como se vê no Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação dos cenários climáticos do Relatório Especial sobre Cenários de Emissões do IPCC (Rece)

Os Cenários de Emissões do Relatório Especial sobre Cenários de Emissões (RECE) do IPCC¹⁷

A1. O contexto e a família de cenários A1 descrevem um mundo futuro de crescimento econômico muito rápido, com a população global atingindo um pico em meados do século e declinando em seguida e a rápida introdução de tecnologias novas e mais eficientes. As principais questões subjacentes são a convergência entre as regiões, a capacitação e o aumento das interações culturais e sociais, com uma redução substancial das diferenças regionais na renda *per capita*. A família de cenários A1 se desdobra em três grupos que descrevem direções alternativas da mudança tecnológica no sistema energético. Os três grupos A1 distinguem-se por sua ênfase tecnológica: intensiva no uso de combustíveis fósseis (A1FI), fontes energéticas não-fósseis (A1T) ou um equilíbrio entre todas as fontes (A1B) (em que o equilíbrio é definido como não se depender muito de uma determinada fonte de energia, supondo-se que taxas similares de aperfeiçoamento apliquem-se a todas as tecnologias de oferta de energia e uso final).

A2. O contexto e a família de cenários A2 descrevem um mundo muito heterogêneo. O tema subjacente é a auto-suficiência e a preservação das identidades locais. Os padrões de fertilidade entre as regiões convergem muito lentamente, o que acarreta um aumento crescente da população. O desenvolvimento econômico é orientado primeiramente para a região, sendo que o crescimento econômico *per capita* e a mudança tecnológica são mais fragmentados e mais lentos do que nos outros contextos.

B1. O contexto e a família de cenários B1 descrevem um mundo convergente com a mesma população global, que atinge o pico em meados do século e declina em seguida, como no contexto A1, mas com uma mudança rápida nas estruturas econômicas em direção a uma economia de serviços e informações, com reduções da intensidade material e a introdução de tecnologias limpas e eficientes em relação ao uso dos recursos. A ênfase está nas soluções globais para a sustentabilidade econômica, social e ambiental, inclusive a melhoria da equidade, mas sem iniciativas adicionais relacionadas com o clima.

B2. O contexto e família de cenários B2 descrevem um mundo em que a ênfase está nas soluções locais para a sustentabilidade econômica, social e ambiental. É um mundo em que a população global aumenta continuamente, a uma taxa inferior à do A2, com níveis intermediários de desenvolvimento econômico e mudança tecnológica menos rápida e mais diversa do que nos contextos B1 e A1. O cenário também está orientado para a proteção ambiental e a equidade social, mas seu foco são os níveis local e regional.

Um cenário ilustrativo foi escolhido para cada um dos seis grupos de cenários A1B, A1FI, A1T, A2, B1 e B2. Todos devem ser considerados igualmente consistentes.

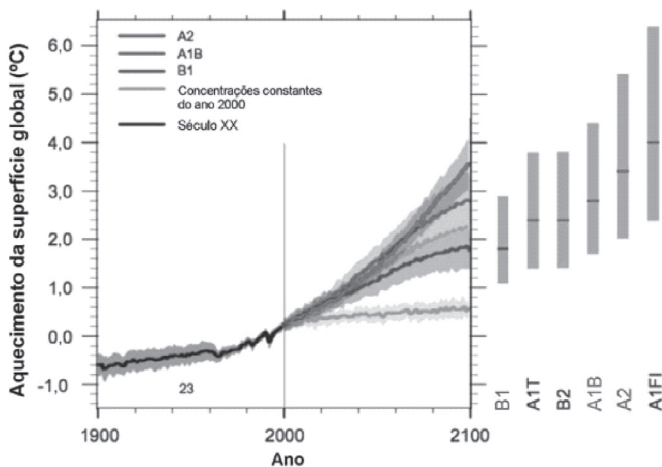
Os cenários do RECE não envolvem iniciativas adicionais em relação ao clima, o que significa que nenhum cenário adota explicitamente a implementação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima ou as metas de redução de emissões do Protocolo de Quioto.

O que podemos tirar desses resultados é que, mesmo com a estabilização das emissões nos padrões dos anos 2000, o clima aqueceria a uma proporção de aproximadamente $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por década até 2100. Mas para uma faixa de emissão dos cenários do Rece, esse padrão sobe para $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ por década. Desde os primeiros relatórios, esse aquecimento era estimado na faixa de $0,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ para o período de 1990 a 2005, e, segundo os resultados apresentados, essa faixa confirmou-se em $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, o que deu mais confiança às projeções de curto prazo feitas pelos modelos.

A nova avaliação das faixas *prováveis* agora baseia-se em um número maior de modelos do clima, de crescente complexidade e realismo, bem como em novas informações acerca da natureza dos processos de realimentação do ciclo do carbono e das restrições sobre a resposta do clima a partir de observações. A melhor estimativa para o cenário baixo (B1) é de $1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (a faixa *provável* é de $1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $2,9\text{ }^{\circ}\text{C}$), e a melhor estimativa para o cenário alto (A1FI) é de $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (a faixa *provável* é de $2,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $6,4\text{ }^{\circ}\text{C}$), de acordo com a Figura 6. Embora essas projeções sejam amplamente condizentes com a faixa mencionada no TAR (de $1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $5,8\text{ }^{\circ}\text{C}$), elas não são diretamente comparáveis. O quarto relatório de avaliação é mais avançado, uma vez que fornece melhores estimativas e uma faixa de probabilidade avaliada para cada um dos cenários marcadores.

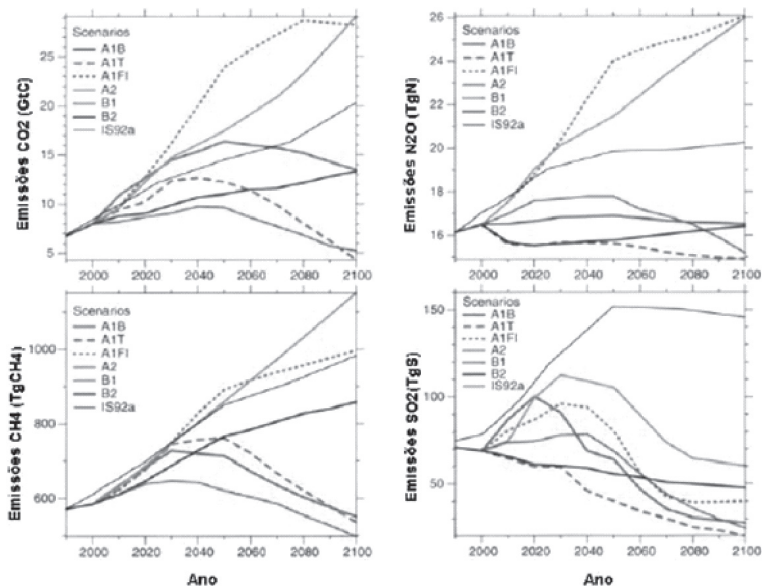
Se as emissões de GEE e aerossóis de origem antrópico continuarem na mesma proporção dos padrões atuais ou acima deles, isso acarretará um aquecimento adicional nos padrões de temperatura no século XXI, muito provavelmente maior do que o observado durante o século XX. Um aquecimento dessa proporção tende a reduzir o sequestro de carbono natural do sistema climático, uma vez que a resposta dos oceanos é muito lenta a essa tendência de remoção, o que faz com que a concentração da fração de emissões antrópicas tenda a aumentar. Esse aumento na concentração acarretaria, por exemplo, para o cenário A2 do Rece, um aquecimento adicional de cerca de $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ em 2100. Nos gráficos da Figura 7 estão apresentadas às projeções de emissões futuras de acordo com cada cenário do Rece para melhor compreensão da gravidade do problema apontado pelo relatório do IPCC.

Figura 6 – Médias multimodelos e intervalos avaliados para o aquecimento superficial



Fonte: IPCC, 2007

Figura 7 – Emissões antropogênicas (CO_2 , N_2O , CH_4 , S_2O) para os quatro cenários ilustrativos SRES (A1, A2, B1, B2)



Fonte: IPCC apud Marengo, 2007

Sendo assim, as conclusões são objetivas. O aquecimento projetado revela padrão geográfico independente dos cenários, mostrando que será maior sobre o continente, e na maior parte das latitudes altas do norte, e menor sobre o oceano e partes do Oceano Atlântico. Há projeções para redução da cobertura de neve, além de um derretimento geral de grande parte das regiões de *permafrost* (solo e subsolo permanentemente congelados).

No que se refere ao gelo marinho, a projeção aponta para uma redução na mesma proporção tanto no Ártico quanto na Antártica para todos os cenários do Rece, podendo, para alguns cenários, desaparecer em alguns períodos do verão. Há, no relatório, a assertiva de que é muito provável que os extremos de calor e ondas de calor sejam cada vez mais frequentes, assim como os eventos de forte precipitação.

Com o aumento das temperaturas dos oceanos e principalmente do Atlântico Norte, os modelos indicam ser muito provável que os futuros ciclones tropicais sejam cada vez mais frequentes, com precipitação e ventos cada vez mais intensos, desconsiderando a possibilidade de alguns modelos que apontaram para a não relação entre aquecimento e intensidade dos furacões.

Aponta-se, também, que as tempestades extratropicais sigam cada vez mais para os polos, como consequência das mudanças nos padrões dos ventos e da precipitação, seguindo os padrões de tendências atuais observadas há quase meio século. Desde o TAR, os avanços nas tendências de precipitação têm melhorado nas modelagens climáticas, e a tendência observada é a de que muito provavelmente haverá um aumento da quantidade de chuvas nas altas latitudes, enquanto há tendências de diminuição nas regiões subtropicais. Para o Cenário A1, por exemplo, é provável que essa redução alcance o índice de cerca de 20%.

Outra mudança observada tem relação com a Circulação Oceânica Meridional (COM) do Oceano Atlântico, que, segundo os modelos, tem muita probabilidade de ficar cada vez mais lenta no século XXI, variando de 0% a 50% para o Cenário A1B do Rece. O relatório afirma, ainda, que é muito provável que a COM passe por transformações abruptas durante o século XXI, mesmo com as

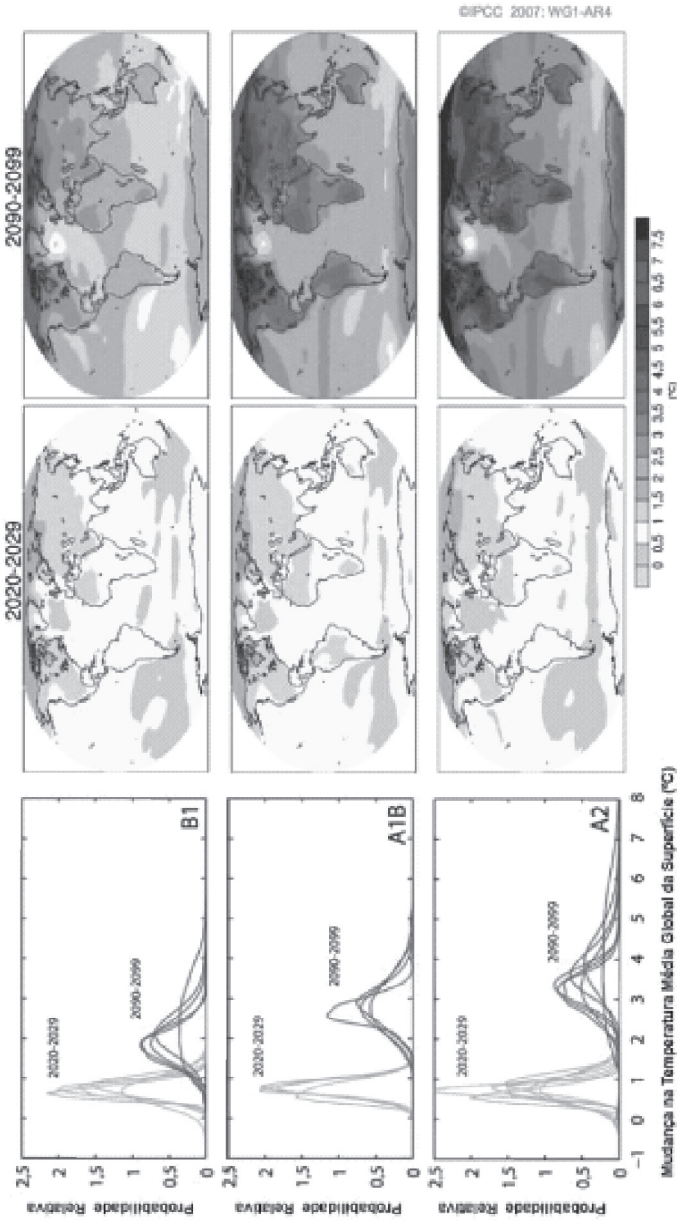
incertezas geradas pelas simulações de longo prazo. Mesmo assim, as temperaturas do Oceano Atlântico têm grande tendência de aquecimento, oriundo da intensificação das emissões de GEE.

Ainda segundo o relatório, “o aquecimento antrópico e a elevação do nível do mar continuariam durante séculos em razão das escalas de tempo associadas aos processos climáticos e realimentações, mesmo que as concentrações de gases de efeito estufa se estabilizassem”. Projetar em longo prazo o processo de realimentação é algo extremamente complexo, o que aumenta o nível de incerteza dessa questão. Mas o que se espera é que o acoplamento clima-ciclo do carbono acrescente CO_2 na atmosfera à medida que o sistema climático se aqueça. Segundo o IPCC (2007, p.23):

Com base na compreensão atual da realimentação entre o clima e o ciclo do carbono, os estudos com modelos sugerem que, para se estabilizar em 450 ppm de dióxido de carbono, seria necessário que as emissões cumulativas de dióxido de carbono ao longo do século XXI fossem reduzidas de uma média de aproximadamente 670 [630 a 710] Gt C (2460 [2310 a 2600] Gt CO_2) para aproximadamente 490 [375 a 600] Gt C (1800 [1370 a 2200] Gt CO_2). De forma similar, para se estabilizar em 1000 ppm, esse processo de realimentação poderia necessitar que as emissões cumulativas fossem reduzidas de uma média do modelo de aproximadamente 1415 [1340 a 1490] Gt C (5190 [4910 a 5460] Gt CO_2) para cerca de 1100 [980 a 1250] Gt C (4030 [3590 a 4580] Gt CO_2).

A elevação dos níveis dos oceanos é outro ponto interessante de ressaltar. O relatório constata que, a partir da aplicação de uma hierarquia de modelos simples como os Earth System Model of Intermediate Complexity (EMCI) e um grande número de AOGCMs, para os cenários do Rece, essa elevação varia entre 0,18 metro, para o Cenário B1, e 0,59 metro, para o Cenário A1F, em que as temperaturas atingiriam cerca de 4 °C acima das médias atuais. Essa projeção foi feita para os períodos de 2020 a 2029 e de 2090 a 2099, conforme resultados apresentados na Figura 8.

Figura 8 – Projeção das temperaturas da superfície



Mudança na Temperatura Média Global da Superfície (°C)

Fonte: IPCC, 2007

Porém, projeções apontam que a contração do manto de gelo da Groenlândia continue a contribuir para a elevação do nível dos oceanos após 2100. Isso aconteceria porque a velocidade da retração do manto de gelo não consegue ser suprido pelo aumento da precipitação, com isso o balanço de massa da superfície passaria a ser negativo, com uma estabilização da temperatura acima de 1,9 °C. Se essa mudança persistisse, o manto de gelo da Groenlândia seria praticamente zero, e as temperaturas, bastante elevadas. Essa mudança acarretaria um aumento do nível dos oceanos em até 7 metros, algo muito semelhante, segundo estudos paleoclimáticos, a um período de 125 mil anos atrás, quando os oceanos estavam de 4 a 6 metros mais elevados que agora.

O relatório é finalizado com a afirmação de que todas as emissões antrópicas de CO₂, tanto passadas quanto futuras, continuarão a influenciar o aumento do nível dos oceanos e o aquecimento das temperaturas globais por mais de um milênio em razão das escalas de tempo necessárias para a estabilização desse gás na atmosfera. Na figura seguinte há uma distribuição espacial dos efeitos citados, de acordo com o quarto relatório do IPCC (ibidem).

O paradigma do aquecimento natural

A principal diferença teórica desse paradigma está no papel e na capacidade conferidos à sociedade de transformar o clima do planeta. Para os cientistas que concordam com os princípios desse paradigma, o homem tem um papel transformador na paisagem e no clima, porém há outros elementos que, se considerados em escala global, assumem protagonismo em relação à ação humana.

No decorrer do texto apresentaremos contra-argumentos aos levantados pelo IPCC no intuito de fornecer a você uma gama de possibilidades de compreender o tamanho da complexidade desse embate científico. Primeiramente seremos levados a refletir sobre a relação entre emissões de CO₂ e temperatura, em seguida contestaremos a série histórica de temperatura pensando desde a coleta dos

dados até sua análise estatística. Entenderemos um pouco mais da variabilidade natural do clima, compreendendo qual a influências do El Niño Oscilação Sul (ENOS), o papel dos ciclos de manchas solares e, por fim, dos vulcões e dos aerossóis naturais.

Na escala local, a ação humana tem grande potencial modificador da paisagem natural. O clima urbano é um grande exemplo dessas alterações, sendo que a principal mudança é, sim, nos padrões de temperatura e na concentração de poluentes. Mas, em níveis globais, a real dimensão da interferência do homem na variabilidade natural do planeta é desconhecida, pois o clima global é constituído de um mosaico de microclimas e climas regionais, que configuram um sistema extremamente complexo.

O aquecimento de $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ na média global pode ser oriundo de diversos fatores, e não, como afirmam os cientistas do IPCC, um aquecimento causado pela intervenção antrópica, fruto de uma sociedade urbano-industrial, em que as emissões de gases estufa, principalmente o CO_2 , seriam os principais responsáveis pelas mudanças no clima.

As mudanças climáticas globais seriam de causa muito mais natural que antrópica, uma vez que, ao considerar essa escala tão ampla, as forças da natureza teriam papel muito mais significativo que as ações do homem. Além disso, vale ressaltar que o que se considera como clima normal para a humanidade são

as condições mais quentes interglaciais do Holoceno que tem persistido por cerca de 10.000 anos. Mas, para o planeta, a regra geral são as condições glaciais que predominaram durante a maior parte do Quaternário (último milhão e meio de anos), quando as médias oscilaram entre 8°C e 14°C . (Bradley apud Sant'Anna Neto, 2008)

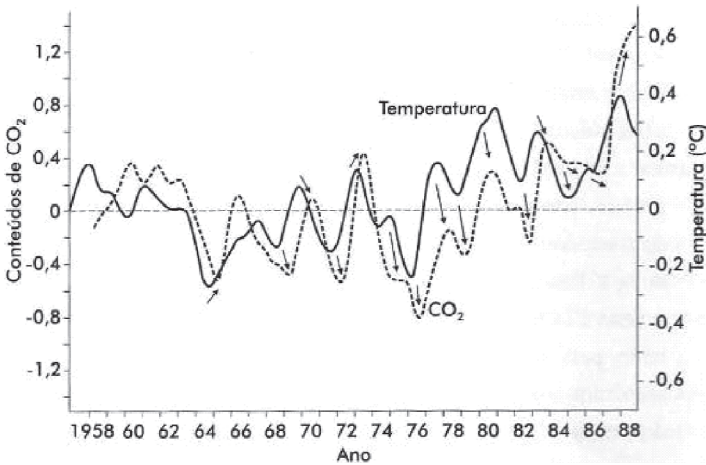
A variabilidade climática, para esses cientistas, apresenta maior influência na dinâmica do clima do que as próprias emissões. Os ciclos solares, por exemplo, são de grande influência no clima global e, para muitos cientistas, o principal fator que comprova o aquecimento verificado, como tantas outras anomalias nos padrões climáticos.

Esse paradigma procura responder à gênese do aumento da temperatura verificada nas últimas décadas por meio de diversos elementos naturais que, combinados a variáveis antrópicas, causariam tal elevação da temperatura. Porém, o papel do homem é muito inferior ao do sistema climático da Terra.

As bases do paradigma não se resumem às relações entre emissões de GEE e aumento na temperatura. O CO_2 não deveria ser o foco dos argumentos científicos. E até mesmo essa relação entre aumento da temperatura e concentração de CO_2 é estabelecida sob uma ordem inversa.

De fato, as concentrações de CO_2 na atmosfera aumentaram significativamente nos últimos anos, passando do que era limitado entre 180 ppm e 300 ppm para aproximadamente 379 ppm. Hoje estima-se que tais concentrações estejam na ordem de 400 ppm. Os cientistas do IPCC atribuem esse aumento às atividades humanas, afirmando que a queima de combustíveis fósseis e as mudanças no uso da terra nos últimos 150 anos seriam as principais causas desse acréscimo. Porém, cientistas como Monte e Harisson Hieb (apud Molion, 2008) atribuem 97% desse aumento a fenômenos naturais provocados por oceanos, vegetação e solos, cabendo ao homem 3% das emissões, o que significa dizer que, se o aquecimento verificado fosse causado pela concentração desse gás, o homem seria responsável por apenas 0,12 % da intensificação do efeito estufa atual.

Na constituição da atmosfera, “em 10 mil moléculas, apenas quatro são de CO_2 . O aumento anual de CO_2 é de 1 ppm. Será que o aumento de uma molécula em um milhão é a causa do aquecimento?”, indaga Maruyama (2009). O próprio IPCC deixou clara a correlação entre elevação de temperatura e índices de CO_2 , e é praticamente consenso na comunidade científica tal afirmação, mas para muitos cientistas essa relação está invertida. Maruyama (ibidem) apresenta registros históricos de medições de Mauna Loa, no Havaí, realizadas no período de 1958 a 1988, no gráfico da Figura 9, no qual a linha tracejada mostra as variações de CO_2 , enquanto a linha contínua, as mudanças de temperatura.

Figura 9 – Curvas da variação das temperaturas e dos teores médios de CO₂

Fonte: Maruyama, 2009, p.39

Ao analisar o gráfico, fica nítida a relação entre temperatura e CO₂. Mas, para o autor, o aumento do CO₂ acontece depois que a temperatura aumenta, ou seja, de maneira inversa àquela apresentada pelo IPCC. No gráfico, a linha tracejada aparece à direita da linha contínua, o que permite essa conclusão. Segundo Maruyama (ibidem), o ano de 1985 merece destaque especial, isso porque, em 1982, o vulcão El Chicon, no México, lançou quantidades significativas de aerossóis na atmosfera, provocando, durante alguns anos, um resfriamento global, causando uma quebra na série histórica analisada.

Maruyama (ibidem, p.40) ainda nos apresenta um exemplo bem didático para entendermos que o CO₂ é consequência e não causa da elevação da temperatura.

Quando se tira a rolha de uma garrafa de refrigerante, por exemplo, o CO₂ escapa; para tirá-lo mais, é só aquecer o refrigerante. Portanto, o aumento da temperatura, por causa do coeficiente de solubilidade, permite ao CO₂ do refrigerante escapar.

Isso ocorre também com os oceanos, ou seja, o oceano, como já dito, é um dos elementos essenciais do sistema na realização da troca de carbono entre a atmosfera e a superfície, e 70% da superfície terrestre é composta pelos oceanos. Quanto maior for a temperatura da água, menor a capacidade do oceano de armazenar CO_2 , portanto, maiores quantidades desse gás escaparão para a atmosfera, e quanto menor a temperatura, maior a quantidade de CO_2 que será retida nas águas oceânicas. Essa relação explicaria o período de 1940 a 1970, quando as temperaturas caíram consideravelmente e as emissões de GEE eram representativamente maiores, mas esse período será explicado com outro argumento a seguir.

Seguindo ainda sobre a linha da concentração dos gases, o CO_2 apresenta historicamente uma variação muito grande em sua concentração, o que dificulta apresentar qualquer padrão de aumento ou diminuição, como mostram as medições feitas em 21 estações do noroeste da Europa, entre 1955 e 1960, com o método Pettenkofer. Durante esse período, a variação na concentração foi de 270 ppm e 380 ppm, com uma média anual de 315 ppm a 331 ppm. E vale ressaltar que se trata de um período pós Segunda Guerra Mundial, ou seja, a Europa passava por uma reconstrução e, portanto, era de se esperar uma elevação na concentração desse gás (Plimer, 2009 apud Onça, 2011). O método Pettenkofer mostrou, ainda, que durante a maior parte do século XIX e durante o período de 1935 a 1950, a concentração de CO_2 na atmosfera esteve muito mais alta do que no presente, com picos de elevação em 1825, 1857 e 1942, quando foram registradas concentrações superiores a 400 ppm.

Porém, as referências utilizadas pelo IPCC para abordar as questões da concentração de CO_2 são as da estação de Mauna Loa, no Haváí, medições essas feitas pelo método de espectroscopia de infravermelho, com os resultados sendo comparadas a um gás de referência. Porém, esse método, apesar de ser muito mais simples e barato, nunca foi validado contra o método de Pettenkofer. O método infravermelho é questionado porque outros gases, como o vapor d'água, o óxido nitroso e os CFCs, possuem grande resposta no

comprimento de onda utilizado e podem ser confundido com CO_2 durante o processo. Os CFCs, por sua vez, que possuem sua concentração na ordem de partes por trilhão, no comprimento de onda do infravermelho, podem ter sua grandeza confundida na ordem de partes por milhão de CO_2 (Plimer, 2009 apud Onça, 2011).

No que se refere aos dados da estação de Mauna Loa, esta foi colocada em uma ilha no meio do Oceano Pacífico, para que os dados não sofressem influência das emissões das áreas industriais. Porém, estamos falando de uma ilha vulcânica que, por si só, emite grandes quantidades de CO_2 , sem considerar o fato de que os oceanos são uma fonte colossal desse gás.

As séries históricas

O posicionamento e a concentração das estações meteorológicas pelo mundo são um dos primeiros pontos plausíveis para pensarmos. Nota-se que a maior parte dessas estações concentra-se no Hemisfério Norte, localização essa que concentra 69% das terras emersas do planeta.

Na Figura 10 está ilustrado um total de 7.200 estações ativas em um período anterior a 1966, ano em que muitas delas foram desativadas. Nos anos de 1990, outra boa parte também foi desativada, sendo que a maioria dessas estações estava localizada em áreas rurais ou nos oceanos. Esse é um elemento importante para o debate sobre a teoria aquecimentista antrópica baseada nas emissões de CO_2 , isso porque é de conhecimento de todos que a temperatura nas áreas rurais geralmente é muito inferior à das áreas urbanas, pois a concentração de material construtivo altera o albedo e cria um microclima nas cidades. As áreas rurais possuem maior quantidade de área vegetada, que, devido à transpiração e evapotranspiração, gera um clima mais ameno. Ou seja, utilizar de um número menor de estações rurais poderia causar um incremento na temperatura inexistente na série de temperatura média global.

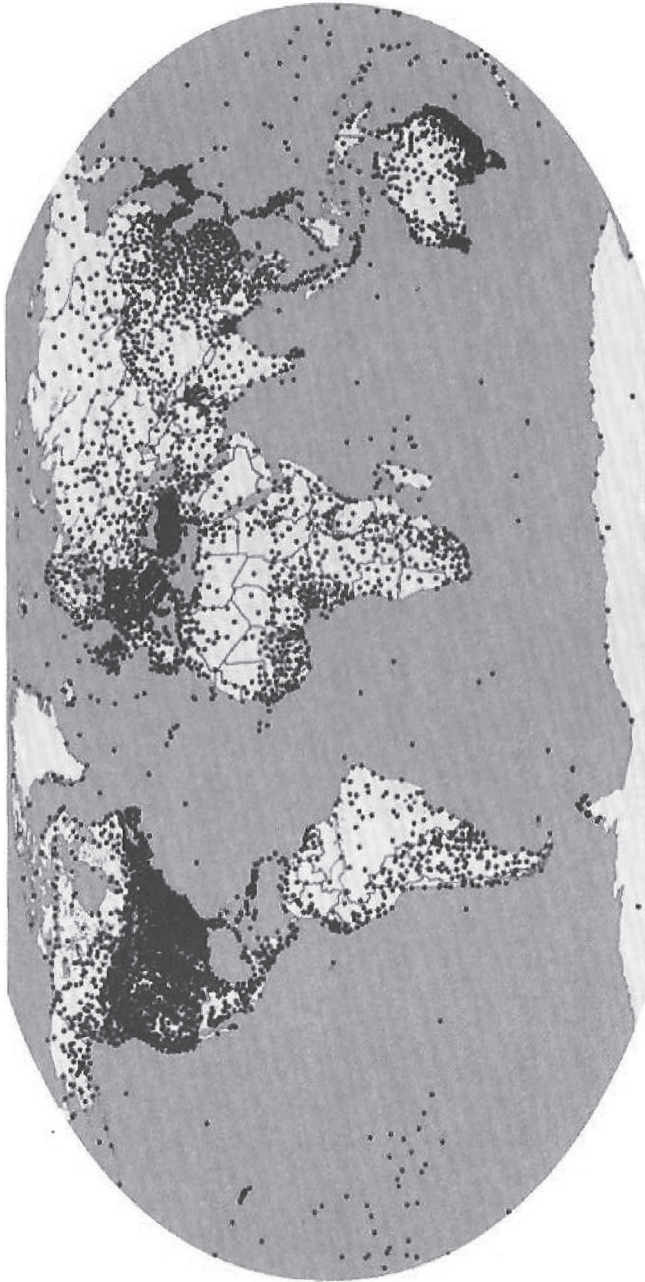
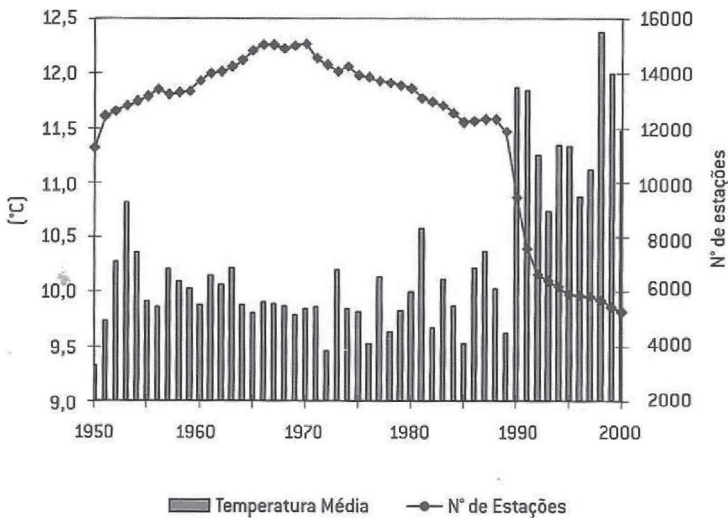


Figura 10 – Distribuição mundial das estações climatológicas

Fonte: Baptista, 2009, p.48

A Figura 11 é um bom exemplo da relação entre a desativação das estações em áreas rurais e nos oceanos com o aumento da temperatura, pois ao sobrepor o processo de desativação das estações meteorológicas com as médias das temperaturas verificadas, nota-se que as temperaturas começam a crescer significativamente no mesmo período em que o número de estações utilizadas começa a decrescer. A linha, na figura, representa a quantidade de estações, enquanto que as barras representam as temperaturas médias. Nota-se que a partir da década de 1990, quando o número de estações diminuiu, as temperaturas sobem bruscamente na mesma proporção (Baptista, 2009, p.49).

Figura 11 – Relação entre temperatura média e número de estações



Fonte: Baptista, 2009, p.50

É importante ressaltar que, para se realizar análises temporais de temperaturas, é necessário que as condições iniciais mantenham-se, ou seja, que o entorno da estação coletora de dados mantenha-se da mesma forma ao longo do tempo. Imagine uma estação meteorológica antiga com dados iniciais datados de 1920 e que se encontra

em atividade até hoje. Imagine agora que, ao fazer uma pesquisa sobre tal estação, descobre-se que ela inicialmente foi instalada em uma área rural de seu município, e que por volta dos anos de 1980 a expansão urbana incorporou o ambiente dessa estação, modificando todo o entorno. Consequentemente, a estação passa a registrar, a partir dessa década, temperaturas efetivamente mais altas. Porém, essa série histórica (1920-2012) não poderia mais ser considerada ou comparada sem que esse elemento urbanização fosse considerado, da mesma forma como não seria possível comparar um dado anterior a 1980 com um dos anos 2000 sem a ressalva de que as condições iniciais do entorno foram alteradas.

Existem parâmetros para que as estações meteorológicas sejam instaladas, como mostra Peterson (2003) em artigo em que procura justificar que as ilhas de calor pouco influem sobre o aquecimento mostrado pela série de dados. Mas será que todas as estações utilizadas seguem esses parâmetros?

As diretrizes oficiais do Serviço Meteorológico Nacional para estações fora de aeroportos declaram que um abrigo meteorológico deve estar a “não menos do que quatro vezes a altura de qualquer obstrução (árvore, cerca, construção, etc.)” e “deve estar a pelo menos 100 pés de qualquer superfície pavimentada ou concretada”. (Observing Systems Branch, 1989 apud Peterson, 2003)

O pesquisador norte americano Anthony Watts catalogou as 1.221 estações localizadas nos Estados Unidos e salientou que em trinta anos de pesquisa, nunca havia se preocupado com as estações do National Center for Scientific Research (NOAA), uma das bases de dados mais relevantes do IPCC, até que ele começou a encontrar estações meteorológicas próximas a exaustores de refrigeração, a fontes de queima de combustíveis, em estações de tratamento de esgoto, entre outros.

A má localização das estações afeta diretamente a obtenção e representação dos dados meteorológicos. A estação de Fort Scott, no Kansas, a de Santa Rosa, no Novo México, Hood River, em

Oregon e a de Hay Springs, em Nebraska, podem ilustrar bem esse efeito direto (Figura 12). A estação Hay Springs está no meio de arbustos totalmente secos e ao lado da parede de uma residência. Em Fort Scott, a estação aparece no pátio de uma funerária no centro da cidade, sujeita, portanto, aos efeitos das ilhas de calor, próximo a um muro de tijolos que libera calor, ao lado de uma fonte, que altera a umidade do ar, e ao lado de um estacionamento com asfalto que possui baixo albedo e alta emissividade. A estação de Santa Rosa, além de um perigo para o local, pois seu contato com a vegetação seca pode acarretar um incêndio, está localizada ao lado de barcos de metal com pinturas escuras, o que influencia o albedo e a emissão de ondas longas e, conseqüentemente, os dados. A estação de Hood River possui, dentro do abrigo meteorológico, uma tocha de propano e um bécquer, além, é claro, do sensor (Baptista, 2009, p.69-74).

Figura 12 – Representação da má localização das estações meteorológicas do tipo Minimum Maximum Temperature Sensor (MMT) da base de dados NOAA



Fonte: Anthony Watts, 2007. In: <www.surfacestations.org>

Ilha de calor urbana (UHI) pode ser compreendida como um aquecimento anômalo de uma área da cidade, geralmente o centro, em relação às outras ao seu entorno (Amorim, 2005). É um aquecimento antrópico com pouca relação com os gases de efeito estufa, portanto, sua redução não acarretaria o desaparecimento do efeito. Há uma série de estudos que apontam e comprovam esse efeito, que, sem dúvida alguma, intensificou-se ao longo do século XX e XXI, e como a maior parte das estações meteorológicas está localizada em áreas urbanas, seria razoável pensar que esse efeito exerça alguma influência sobre os dados obtidos.

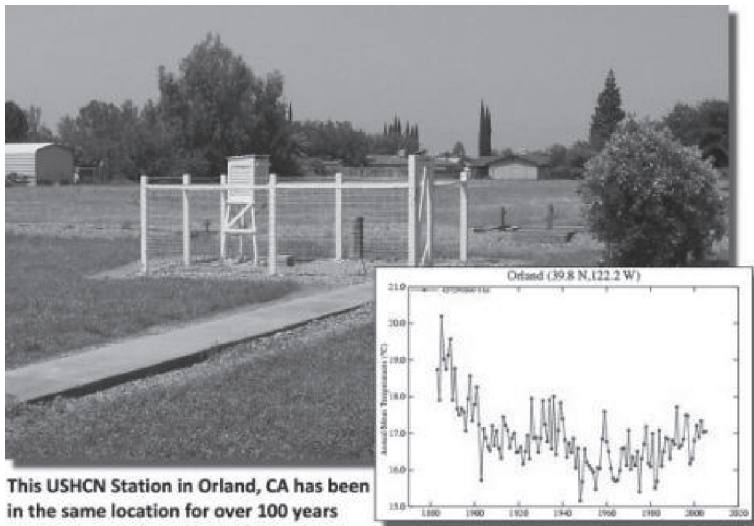
Mas, para o IPCC, os efeitos das UHI no clima são desprezíveis, com algo que gire em torno de $0,006\text{ }^{\circ}\text{C}$. Essa conclusão deriva de estudos primeiramente realizados por Phill Jones (1990) e, em seguida, por Thomas C. Peterson (2003). Jones mostrou, em um artigo publicado na revista *Nature*, estudos com dados de estações meteorológicas que pouco sofreram alteração na localização, instrumentação e horários de observação e concluiu que o efeito da ilha de calor era de aproximadamente $0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$ por século, algo desprezível e que, portanto, não contaminaria a série histórica. Peterson, buscando avançar, analisou uma série de 1989 a 1991 com uma base de dados de 289 estações meteorológicas. Após corrigir os dados, chegou à conclusão de que, quando estes não são ajustados, a diferença entre o rural e o urbano chega a $0,31\text{ }^{\circ}\text{C}$, porém, quando ajustados às médias, ela passa a ser de $0,04\text{ }^{\circ}\text{C}$, o que passa a ser estatisticamente insignificante (Onça, 2011).

Mas, então, por que os efeitos de ilha de calor não aparecem nas séries históricas de dados? Peterson afirma que os setores industriais das cidades geralmente apresentam temperaturas significativamente mais quentes que as rurais, mas que as estações meteorológicas, seguindo as diretrizes já mostradas, possuem maior probabilidade de se localizar em áreas de ilhas de frescor dentro das cidades. Será mesmo?

Voltando às estações catalogadas por Watts (2007), e nos apropriando do exemplo utilizado por Baptista (2009), fazemos um

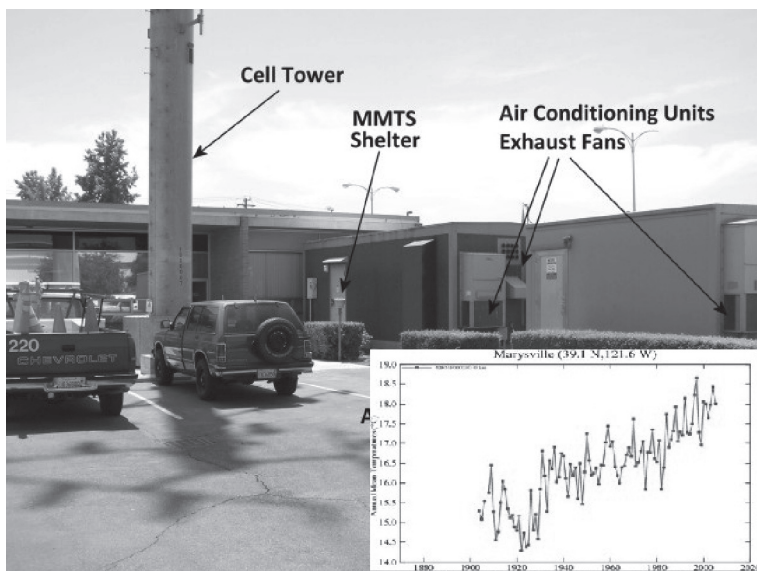
exercício de comparação entre duas estações da United States Historical Climatology Network (USHCN) localizadas na Califórnia para ilustrar como o efeito de ilha de calor pode, sim, exercer grande influência sobre a série de dados (figuras 13 e 14). A análise é da estação de Orland, que opera no mesmo local há cem anos e que segue praticamente todas as diretrizes estabelecidas pelo NOAA. A estação está localizada em uma área com amplo campo verde, com um afastamento seguro das residências, o que minimiza o efeito de ilha de calor nos dados. A outra estação, a de Marysville, também na Califórnia, está, por sua vez, localizada em uma área urbana, ao lado de um estacionamento asfaltado, de uma torre de celular de concreto e dos exaustores de diversos aparelhos de refrigeração, o que provavelmente interfere nos dados da estação. A seguir, imagens das duas estações com suas séries devidamente ilustradas.

Figura 13 – Estação de Orland, Califórnia, e dados de 1880-2000



Fonte: Anthony Watts, 2007. In: <www.surfacestations.org>

Figura 14 – Estação de Marysville, Califórnia, e dados de 1980-2000



Fonte: Anthony Watts, 2007. In: <www.surfacestations.org>

Tudo bem, uma comparação utilizando duas estações meteorológica não representa um padrão bem delineado, mas, para exercício de demonstração, fica nítida a influência estabelecida pelos elementos do urbano sobre os dados dessas estações, da mesma forma como grande parte delas, como mostrou o estudo de Watts, está localizada em áreas impróprias. Watts mostra que de 850 estações meteorológicas do NOAA inspecionadas em seu estudo, 89% apresentam irregularidades que comprometem seus dados. Portanto, o efeito de ilha de calor pode, sim, ser um fator de extrema relevância para a explicação do aquecimento verificado.

Nas duas séries podemos verificar dois padrões de temperaturas completamente diferentes. Na base obtida pela estação de Orland, localizada sob as normas das diretrizes específicas estabelecidas pelo NOAA, na qual os efeitos do urbano são nitidamente minimizados, a estação apresenta uma tendência leve de aquecimento a

partir dos anos de 1980, com um aumento das temperaturas mínimas, tendência essa que se mostrou muito maior na série histórica da estação de Marysville, que sofre influência de ilha de calor, apresentando aumento também das temperaturas máximas.

Outro erro ressaltado por muitos pesquisadores é considerar a temperatura da Terra por meio das médias, seja ela mensal ou anual. A temperatura da Terra é um dado extremamente variável, alcançando todos os dias registros de $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Portanto, uma média apresentando um único valor não mostra a realidade do clima em si.

Tanto é que, em agosto de 2007, Stephen McIntyre descobriu um erro significativo na compilação dos dados GISS (Goddard Institute for Space Studies/Nasa) de temperatura de superfície para o território norte-americano. McIntyre descobriu que os dados pós 2000 apresentavam um erro de $0,15\text{ }^{\circ}\text{C}$, o que, para um aquecimento médio de $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, significa um valor muito alto. Esse erro alteraria, por exemplo, a classificação dos anos mais quentes, deixando de ser 1998 (com forte influência do El Niño) e passando a ser o ano de 1934. Portanto, essa disputa para consagrar uma série histórica confiável nada mais representa que uma disputa de dados estatísticos com pouca ou nenhuma representação física e quem vêm legitimar um paradigma em detrimento do outro (Onça, 2011, p.267).

Ciclos de manchas solares

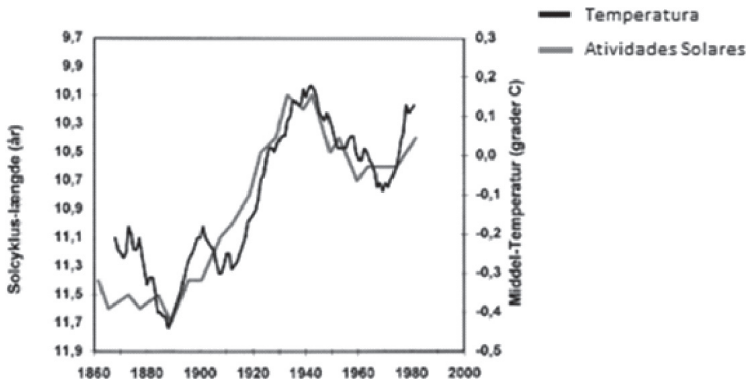
Sabemos que o Sol é a fonte primária de energia da Terra e contribui com 99,998% de toda a energia do planeta. Isso já ficou claro na relação do balanço energético Sol-Terra apresentado até então. Aqui, o que nos chama atenção são os ciclos de manchas solares. As manchas solares ocorrem geralmente em um período de onze anos e constituem regiões mais frias e mais escuras que a fotosfera circunvizinha do Sol. Essas manchas geralmente emitem cerca de 25% menos energia que a fotosfera circunvizinha propriamente dita, porque apresentam um intenso campo magnético impedindo

que a radiação seja facilmente emitida. Porém, associadas a essas manchas aparecem as fáculas, que, por sua vez, são regiões mais brilhantes e ocupam área maior que as manchas solares, fazendo com que elas emitam 15% mais energia que a média da fotosfera, o que acaba compensando a deficiência provocada pelas manchas e, muitas vezes, supera esse decréscimo, alcançando um pico máximo de irradiação aproximadamente a cada onze anos (Echer et al., 2003).

Também a incidência de raios cósmicos galácticos na Terra é observada ser anticorrelacionada ao ciclo das manchas solares, pois durante períodos de máximo solar, o campo magnético na heliosfera tem uma estrutura mais complexa, e blinda melhor o Sistema Solar interno [Kivelson; Russel, 1995]. Variações com o ciclo solar na alta atmosfera da Terra (ionosfera) e na camada de ozônio terrestre são bem conhecidas. Possíveis efeitos do ciclo solar no clima da Terra têm sido estudados e embora esse assunto ainda seja controverso, há várias evidências indicando uma variação de 11 anos em vários parâmetros climáticos. (Hoyt; Schatten, 1997 apud Echer et al., 2003).

Para Piers Corbyn (2009), há uma forte relação entre a variação de temperatura e a atividade solar, apontando, ainda, que os eventos climáticos extremos possuem uma enorme relação com os ciclos solares e os períodos de máximos solares. Segundo o pesquisador, o pequeno período glacial do Holoceno (1350 a 1860) apresentou quase nenhuma mancha solar visível, um período de inatividade solar que ficou conhecido como o “Mínimo de Maunder”. Essa relação entre ciclos solares e temperatura também foi estabelecida por Friis-Christensen e Lassen (1991) em artigo publicado na revista *Science*. Nota-se que, estabelecendo uma comparação praticamente similar àquela estabelecida pelo IPCC entre temperatura e carbono para os períodos de intensa atividade solar e as altas temperaturas, conseguem-se resultados impressionantes, conforme ilustra a Figura 15.

Figura 15 – Correlação entre temperatura e eventos solares ao longo dos anos



Fonte: Friis-Christensen; Lassen, 1991

Analisando o gráfico podemos notar uma relação que extrapola os limites dos períodos de manchas solares caracterizados por apenas onze anos. Há uma relação em um período extenso, o que torna o estabelecimento dos parâmetros mais confiáveis.

Um período que fica sem explicação nos relatórios do IPCC é aquele que compreende os anos de 1940 a 1970. Nesse período, houve um leve resfriamento da Terra, e muito se falava em uma nova glaciação. Porém, trata-se de um período em que as emissões de CO₂ eram intensas, principalmente na Europa, que vivia um pós-guerra e um período de reconstrução. Como explicar então altos índices de emissão de GEE com um decréscimo das temperaturas? Se analisarmos pela relação estabelecida entre intensidade da atividade solar e variação da temperatura, fica fácil explicar. Note pelo gráfico que a temperatura e a atividade solar alcançam um pico por volta de 1940, e logo depois tem início uma variação positiva decrescente tanto da atividade solar quanto da temperatura.

Para Corbyn (2009):

A principal periodicidade dos efeitos da atividade solar – a maior periodicidade observada nos dados de temperatura mundial – é um ciclo de 22 anos (impulsionado pela conectividade magnética sol-

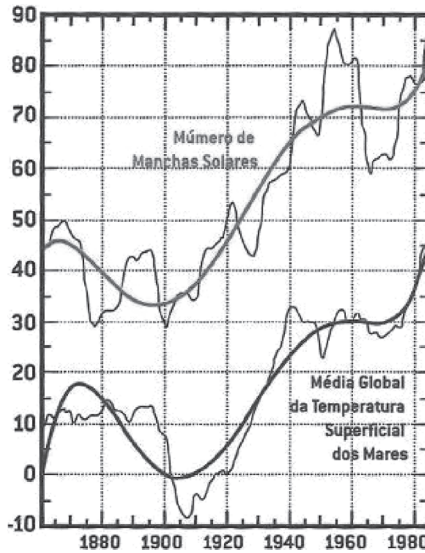
-terra). Assim, por metade do tempo, o ciclo de 11 anos de atividades de partículas, machas e radiação solar irá acompanhar o movimento da temperatura e, a outra metade do tempo irá mover-se contrária a ela. Isso é bem conhecido pelos cientistas do sol e do clima. Tudo o que os pseudo cientistas tem feito é essencialmente escolher intervalos de tempo em que ambos os períodos movem-se em direções opostas e ignorados correlações em intervalos de tempo mais longos.

Mas, para alguns cientistas, esse período de onze anos não explica as alterações climáticas, uma vez que a variação da radiação de alta energia e das partículas associadas às explosões solares tem influência significativa na alta atmosfera, mas pouco influi no balanço de energia da Terra e, portanto pouca influência exerce sobre o clima. A variação de energia entre os picos mínimos e máximos dos ciclos de onze anos seria de $1,5 \text{ W/m}^2$, o que produziria uma alteração de $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ na temperatura. Os sistemas naturais não teriam tempo para responder a esse curto período, principalmente os oceanos (Onça, 2011, p.108).

Mesmo assim, ainda aparecem posições científicas fortes que afirmam que essa relação é, sim, de grande importância. Lamb (1995) aponta que em 1915 e 1964, anos em que as temperaturas mostraram-se mais altas, a duração média do “ciclo” de manchas solares foi de 10,2 anos, com um número considerável de manchas, o que se verificou em outros períodos quentes, como no final do Império Romano e na alta Idade Média. O mínimo de Spörer, com duração aproximada de doze anos, e o mínimo de Maunder são verificados nos mesmos períodos de clima mais frio, aproximadamente na Pequena Era Glacial na Europa (ibidem, p.108).

Ried (1987) apresenta uma relação entre as tendências dos números de manchas solares e a temperatura do oceano (Figura 16). Contrariando o que já foi dito, para ele, quanto maior o número de manchas solares, maiores as temperaturas de superfície dos oceanos. Essa afirmação reforça a ideia de que o sistema climático da Terra é algo extremamente complexo e interativo, e nada se explica por um elemento de forma isolada, mas na interação de vários elementos.

Figura 16 – Relação entre TSM e número de manchas solares



Fonte: Baptista, 2009

Variabilidade natural do clima

A variabilidade climática da Terra é considerada um fator de extrema relevância quando se abordam questões de mudanças climáticas, pois, muitas vezes, um fenômeno é confundido com o outro. Esse, inclusive, é um dos argumentos-base do paradigma do aquecimento natural. O clima da Terra sempre variou ao longo da história, seja ela recente ou geológica, e, portanto, a mudança verificada nada mais é que uma tendência natural da variabilidade do clima do planeta.

Os oceanos certamente desempenham um papel relevante nessa conformação da variabilidade climática, pois há uma intensa relação de troca de energia e umidade entre a superfície dos oceanos e a baixa atmosfera, e qualquer alteração dessa troca significa alteração no clima regional e até mesmo global. Entre algumas dessas interações identificam-se fenômenos como os ENOS, a Oscila-

ção Decadal do Pacífico (ODP) e a Oscilação do Atlântico Norte (NOA, sigla em inglês).

O El Niño, por exemplo, caracteriza-se por um aquecimento anômalo das águas do Oceano Pacífico equatorial centro-leste, próximo à costa do Peru, e tem duração de seis a dezoito meses. Há, também, sua antípoda, o La Niña, que se caracteriza por um resfriamento anômalo das mesmas águas do Pacífico, com praticamente a mesma duração. O fenômeno El Niño pode ser considerado cíclico, mas esse ciclo não apresenta padrões regulares, podendo aparecer em um período de dois a sete anos, ocorrendo com a mesma intensidade ou com picos maiores ou menores de aquecimento. Essa alteração do sistema oceano-atmosfera do Oceano Pacífico representa não só a presença de águas quentes ou frias nessa região, mas também uma alteração na interação com a baixa atmosfera, resultando em um enfraquecimento dos ventos alísios, que sopram de oeste para leste na região equatorial. Com o aquecimento das águas e com o enfraquecimento dos ventos, surgem mudanças nos padrões de circulação atmosférica tanto na baixa quanto na alta atmosfera, o que implica, por exemplo, no transporte de umidade e, conseqüentemente, na distribuição das chuvas em regiões tropicais e em médias e altas latitudes (Oliveira, 2001).

Esses fenômenos afetam também o posicionamento latitudinal da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), o que gera alterações dos índices pluviométricos, sendo considerado um importante fator da variabilidade climática em nível global. No Brasil, as principais regiões a sentirem os efeitos do El Niño são a Amazônia, o Nordeste, o Sul e o Sudeste (Marengo, 2007a), como pode ser observado na Figura 17.

O potencial transformador do clima pelo El Niño é tão intenso que altera padrões de todo o mundo.

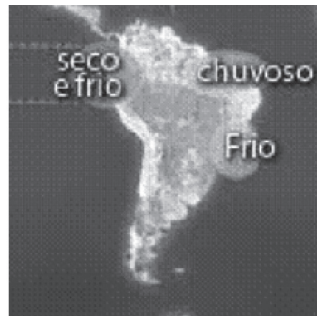
O aquecimento das águas superficiais no Pacífico Central interfere no regime de ventos sobre toda a região equatorial do Pacífico. As nuvens que normalmente produzem chuvas abundantes na parte oeste do Oceano Pacífico, nas vizinhanças da Indonésia, deslocam-se para leste, para o Pacífico Central e, posteriormente, para a costa oeste da América do Sul, trazendo as chuvas ao deserto

peruano. A mudança de posição das chuvas no Pacífico provoca alterações nas condições climáticas de várias regiões continentais ao redor do planeta, devido à grande quantidade de energia envolvida no processo de formação da chuva. Grandes secas na Índia, no Nordeste do Brasil, na Austrália, Indonésia e África podem ser decorrentes do fenômeno, assim como algumas 30 enchentes no Sul e Sudeste do Brasil, no Peru, Equador e no Meio Oeste dos Estados Unidos. Em algumas áreas, observam-se temperaturas mais elevadas que o normal (como é o caso das regiões Central e Sudeste do Brasil, durante a estação de inverno), enquanto que em outras ocorrem frio e neve em excesso. Portanto, as anomalias climáticas associadas ao fenômeno El Niño podem ser desastrosas e provocar sérios prejuízos socioeconômicos e ambientais. (ibidem)

Figura 17 – Impactos do El Niño e da La Niña durante o verão (DJF) e durante o inverno (JJA)



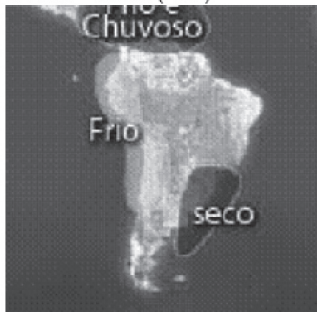
a) El Niño - Verão (DJF)



b) La Niña - Verão (DJF)



c) La Niña - Inverno (JJA)



d) El Niño - Inverno (JJA)

Fonte: <www.cptec.inpe.br/enos/>

Outro padrão essencial para nossa discussão faz referência à Oscilação Decadal do Pacífico. Esse é um fenômeno que se caracteriza por anomalias negativas e positivas de temperatura no Pacífico Tropical e no Pacífico Extratropical, respectivamente, quando se apresenta em uma fase fria ou de ODP negativa, e anomalias positivas de temperaturas no Pacífico Tropical e negativas no Pacífico Extratropical em sua fase quente, denominada ODP Positiva. Seu prazo de variabilidade é de vinte a trinta anos, sendo, portanto, um modo de variabilidade de baixa ou baixíssima frequência (Kayano; Andreoli, 2009; Mantua; Hare, 1997; Mantua et al., 2002).

Os efeitos da ODP positiva estão relacionados, geralmente, com invernos mais quentes e ar mais seco no noroeste do Pacífico, menor precipitação e acúmulo de neve nas montanhas, um aquecimento das águas do Pacífico Tropical Leste e na estreita banda ao longo da costa do Alasca e do oeste dos Estados Unidos e do Canadá. A ODP altera os padrões de circulação atmosférica – o que geralmente ocorre associado à Célula de Walker – e os sistemas de monções da América do Sul (Garcia, 2006).

O que cabe ressaltar, porém, é que esses fenômenos causam desvios de temperatura. Segundo Christy e Spencer (2004), reproduzidos por Molion (2006), as temperaturas médias globais tiveram um aumento com a ocorrência de eventos El Niño e diminuíram com sua antípoda La Niña. Segundo eles, ainda no auge do fenômeno, em 1997/1998, as temperaturas globais chegaram a apresentar anomalias positivas de cerca de 0,75 °C, e durante sua antípoda de 1984/85, as temperaturas caíram cerca de 0,5 °C.

Vulcões e aerossóis naturais

Os aerossóis são formados por quaisquer partículas líquidas ou sólidas suspensas no ar e constituem parte integrante do sistema hidrológico e do balanço energético da Terra, ainda muito pouco compreendido. Sua interação com o clima pode ser estabelecida pela absorção ou bloqueio da radiação de onda curta e termal alte-

rando o balanço energético da Terra, ou atuando na alteração das propriedades microfísicas das nuvens, pois os aerossóis desempenham papel fundamental como núcleos de condensação e de formação dessas nuvens. O IPCC classifica essa interação como um primeiro efeito indireto ou efeito sobre o albedo das nuvens, mas como há também uma interação entre o tamanho, a quantidade de água e a duração das nuvens, eles identificam um segundo efeito indireto ou efeito de durabilidade das nuvens (Onça, 2011).

Os aerossóis constituem um elemento climático difícil de quantificar. As fontes de aerossóis são ainda pouco conhecidas, e a formação de muitas dessas partículas acabam sendo formadas na atmosfera por interações químicas. A estrutura física das partículas, como tamanho, área e o índice de refração, varia muito, o que acaba limitando sua análise por meio de modelos climáticos, visto que se torna impossível dar um valor único para diferentes tipos de aerossóis. Dentre alguns aerossóis, destacam-se: a poeira mineral (originária de desertos e locais em desertificação), o sal marinho (atua diretamente na formação de nuvens e de chuvas), material particulado industrial oriundo da queima de combustíveis e carvão, além da produção do cimento – que, por ter uma estrutura óptica não muito ativa, não apresenta influência significativa para o clima do presente –, além de aerossóis biogênicos, sulfatos e nitratos (IPCC, 2007).

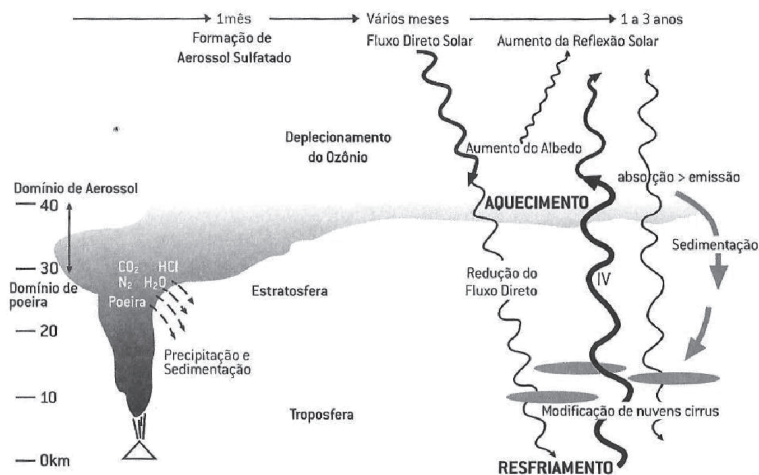
Para mensurar a importância dos aerossóis no clima, alguns modelos climáticos sugerem que um esforço de redução da quantidade daqueles nas cidades para melhoria da qualidade do ar, por exemplo, acarretaria um aumento imediato de 0,8 °C, isso porque os raios solares chegariam, com a redução dos aerossóis, com mais facilidade à superfície (IPCC, 2007 apud Onça, 2011).

Outra fonte inesgotável de emissão de aerossóis é representada pelos vulcões, que, quando entram em erupção, começam a liberar uma grande quantidade de material piroclástico composto por gases e rochas a temperaturas elevadíssimas. Esse fluxo piroclástico tende a gerar uma nuvem de aerossóis que, em um movimento ascendente, chega às correntes de ventos e espalha-se pela atmosfera.

Esse material particulado esfria a troposfera e, conseqüentemente, resfria o globo, conforme esquema demonstrado na Figura 18.

Quando ocorre uma erupção vulcânica de grandes proporções, como a do vulcão El Chichón, no México, o desenvolvimento dessa erupção causa alterações no clima. Poeira e gases que são lançados diretamente na troposfera, em sua maioria, são lavados em dias ou semanas, porém, os aerossóis que são injetados na estratosfera, entre 30 quilômetros e 40 quilômetros de altitude, em especial os produzidos pelo dióxido de enxofre, causam o resfriamento da superfície devido ao bloqueio da passagem da radiação solar e da radiação infravermelha. Portanto, há um resfriamento da superfície e um aquecimento da troposfera. Esse processo pode durar de um a três anos, e depois há a sedimentação e a remoção dos aerossóis da estratosfera e da troposfera (Baptista, 2009, p.101-2).

Figura 18 – Impactos climáticos gerados por uma erupção vulcânica



Fonte: Baptista, 2009, p.102

Considera-se que existem, para o clima, dois tipos de vulcões: os difusivos e os explosivos. Os vulcões difusivos são aqueles que emitem continuamente lava, gases e cinzas e afetam somente o meio ambiente local. Porém, os vulcões explosivos conseguem injetar na

estratosfera material particulado e dióxido de enxofre, causando perturbações no clima global. Cerca de 85% dos vulcões do planeta estão nas dorsais meso-oceânicas, lançando lava e gases que se dissolvem nas águas profundas do oceano, cujos efeitos climáticos e química são pouco conhecidos e praticamente ignorados pelos modelos climáticos (Onça, 2011).

As erupções vulcânicas, além de afetar o balanço de energia da Terra, podem afetar, ainda, a circulação atmosférica, uma vez que causam um padrão de mudança de temperatura tanto vertical quanto horizontalmente. Esse desvio de temperatura associado à forçante vulcânica pode, muitas vezes, associar-se a fenômenos como o El Niño e intensificar, ou até mesmo retardar, alguns efeitos climáticos já causados por fenômenos como esse.

Segundo Onça (ibidem), a relação feita entre erupções vulcânicas e resfriamento global não é nada recente. Benjamim Franklin já teria especulado que a erupção do vulcão Laki, na Islândia, em 1783, poderia estar associada ao forte inverno de 1784. A erupção do vulcão Tambora, em 1815, na Indonésia, provocou queda das temperaturas em 1816. No século XX, o Santa Maria, na Guatemala, em 1902, o Katmai, no Alasca, em 1912, o Agung, na Indonésia, em 1963, o El Chichón, no México, em 1982 e o Pinatubo, nas Filipinas, em 1991, todos lançaram expressivas quantidades de cinzas e óxido de enxofre na atmosfera, e seguiram-se meses ou anos de resfriamento. O aquecimento provocado pelo fenômeno El Niño de 1982/1983, por exemplo, foi amenizado devido às erupções do vulcão El Chichón.

Em geral, os paradigmas apresentados são fundamentados na relação entre emissões de CO_2 e temperatura. As teorias de Tyndall (1863) e Arrhenius (1896) abordam a relação entre temperatura e CO_2 como causa, ou seja, a elevação das temperaturas seria resultado do aumento da concentração desse gás na atmosfera. Mas há controvérsias com relação a isso, e foi o que Shackleton questionou apresentando essa relação como consequência, ou seja, o aumento do CO_2 seria resultado do aumento da temperatura. Outros elementos, como a variabilidade natural do clima, as séries históricas

de desvios de temperatura e erupções vulcânicas, se consideradas em conjunto, seriam suficientes para responder ao aumento de temperatura verificado nas últimas décadas.

Logo, vale lembrar que tanto o paradigma aquecimentista antrópico quanto o paradigma do aquecimento natural consideram que o homem possui influência sobre mudanças climáticas. Porém, o devido destaque conferido a essa influência é que difere. Para o primeiro paradigma, o homem é protagonista nessa relação, enquanto no segundo, é apenas mais uma variável a ser considerada.

2

O AQUECIMENTO GLOBAL COMO UM PARADIGMA PARA A CIÊNCIA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Neste capítulo apresentaremos e discutiremos qual o perfil científico da mudança climática. O que pretendemos é romper com a ideia de que há, na ciência, consensos científicos. O que há, de fato, é a disputa de paradigmas, e essa disputa é que norteia toda a produção científica em questão.

Visto isso, o que você precisa saber é que, em um campo científico, a construção das regras desse paradigma não é feita pela comunidade científica como um todo. Elas são criadas e gestadas por sujeitos hegemônicos específicos. Logo, o que debateremos neste capítulo é quem são esses sujeitos e como a construção do discurso científico tem sido arquitetada globalmente e no âmbito da produção científica nacional.

Vamos, também, debater a questão da escala, pois o que vem ocorrendo é uma inversão na construção do discurso para escalas superiores, diminuindo a legitimidade de ações locais. Isso será mais bem abordado ao longo de todo o capítulo e, de certa forma, ao longo do restante do livro.

O perfil global da ciência das mudanças climáticas

Para compreender como a ciência das mudanças climáticas globais configura-se e como os paradigmas influenciam na composição desse quadro científico, pesquisei e analisei quatro periódicos científicos: dois internacionais (*Theoretical and Applied Climatology* e *Climatic Change*) e dois nacionais (*Revista Brasileira de Climatologia* e *Revista Brasileira de Meteorologia*).

É importante conhecermos o perfil de cada editorial, pois assim poderemos entender quem tem o “gabarito” para publicar nesses periódicos. Por isso, sugiro que guarde bem o nome dos editores-chefes e, principalmente, das instituições em que eles trabalham.

O jornal científico *Theoretical and Applied Climatology* possui Fator de Impacto (JCR)¹ 1,759 e foi fundado no ano de 1949. O editor-chefe é Hartmut Grassl, do Max Planck Institute for Meteorology, Hamburgo, Alemanha. A revista abrange modelagem, previsão e mudanças climáticas desde micro até mesoclima, estudos aplicados à agrometeorologia, biometeorologia, problemas de radiação atmosférica e como eles relacionam-se com a biosfera, além dos efeitos dos aerossóis antropogênicos e naturais ou constituintes vestigiais gasosos. Abrange também hardware e elementos de medições meteorológicas, incluindo técnicas de sensoriamento remoto, entre outros temas de interesse atual. Já a revista *Científica Climatic Change* possui JCR 3,634 e dedica-se à totalidade dos problemas de mudança e variabilidade climática. Seu editor-chefe é Michael Oppenheimer, da Princeton University, Estados Unidos, e tem como objetivo fornecer um meio de intercâmbio entre aqueles que trabalham em diferentes disciplinas sobre problemas relacionados às variações climáticas. Suas conclusões iniciais fundamentam-se a partir de modelos, experimentos, observações, abordagens

1 O Fator de Impacto é uma medida que reflete o número médio de citações de artigos científicos publicados em um determinado periódico. O Fator de Impacto é calculado anualmente e publicado no *Journal of Citation Reports* (JCR).

teóricas, estruturas, aplicações e métodos relevantes para o debate em diferentes disciplinas relacionadas.²

Em âmbito nacional, a *Revista Brasileira de Climatologia* possui Qualis Capes B1, e seu editor-chefe é o professor doutor Francisco Mendonça, da Universidade Federal do Paraná. Teve sua primeira edição no ano de 2005 e tem por objetivo divulgar artigos inéditos produzidos por pesquisadores e docentes que atuam na área de Climatologia Geográfica, Meteorologia, Ecologia, Agronomia, Engenharia e Arquitetura. Além da pretensão de ser um veículo de conhecimento e informação, propõe-se a estimular a produção científica dos estudiosos da Climatologia e divulgar o estado da arte desse campo do conhecimento. Já a *Revista Brasileira de Meteorologia* foi lançada no ano de 1986 e tem por objetivo publicar artigos inéditos que contribuam para o desenvolvimento científico e tecnológico das ciências atmosféricas. Possui Qualis Capes A2 e tem como editor-chefe Manoel Alonso Gan, do CPTEC/Inpe.³

A partir de uma pesquisa realizada nos bancos de dados desses periódicos com a palavra-chave “*global warming*” e “aquecimento global”, identificamos alguns artigos que, posteriormente, foram dispostos em uma base de dados. A análise de todos os artigos catalogados foi feita por alguns critérios de classificação elaborados para facilitar a compreensão de todo esse material. Um dos critérios utilizados foi a identificação dos conceitos para evitar uma confusão teórico-conceitual. Como conceitos básicos elegemos os conceitos de mudança climática, variabilidade climática, adaptação, mitigação e impactos, buscando identificar com quais deles cada artigo tem trabalhado.

Outro critério que julgamos de fundamental importância foi a escala adotada nos artigos publicados. A questão da escala é um problema levantado pelo próprio IPCC em seus relatórios. Uma

2 Informações disponíveis na base científica Springer (<http://www.springer.com/>) no link de cada periódico citado.

3 Informações disponíveis nos sites de cada revista, respectivamente: <<http://www.rbmet.org.br/>>; <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/revistaabclima>>.

das hipóteses que diverge da ideia de que a ação humana transforma o clima global aponta que esse aquecimento pode ser fruto de alterações do ambiente no qual se localizavam e se localizam hoje as estações meteorológicas, portanto, a influência do efeito de ilha de calor urbana seria um fator a se considerar. Contudo, para o IPCC, essa influência não é significativa. Mas será que os trabalhos que vêm sendo desenvolvidos realmente estão abordando a escala global? Historicamente, o clima foi estudado partindo das escalas inferiores e chegando à escala planetária. Essa inversão hierárquica dos estudos climáticos representa realmente as condições do clima global?

Para servir de ponto de partida e oferecer outras posições sobre o tema, tomamos como base alguns trabalhos semelhantes ao que se pretende debater aqui.

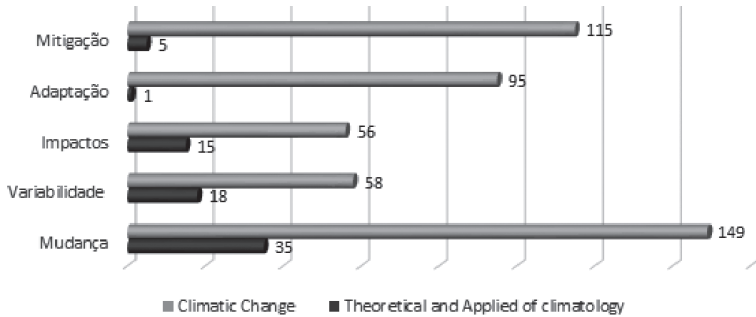
Um estudo realizado por Casagrande, Silva Jr. e Mendonça (2011) analisando a divulgação científica das revistas *Scientific American Brasil* e *Ciência Hoje*, no período de junho de 2009 a julho de 2010, mostrou que 87% das bases teóricas que fundamentavam os artigos eram embasadas pela crença de que o aquecimento global tem origens antrópicas e que apenas 12,9% apresentavam elementos contrários a essa ideia. Outro estudo, publicado na *Revista Science* (2004) pela autora Naomi Oreskes, consistia em analisar 928 artigos publicados em revistas científicas indexadas durante o período de 1993 a 2003 na base de dados do Institute for Scientific Information (ISI) pesquisados com a palavra-chave “mudança climática”. A conclusão foi a de que 75% dos artigos aceitavam um consenso científico sobre as emissões de gases do efeito estufa (GEE) e o atual aquecimento da atmosfera, 25% não tomaram nenhuma posição quanto ao consenso e nenhum artigo se opôs ao aquecimento de origem antropogênico.

Por fim, endossando os resultados anteriores, o artigo de John Cook et al. (2013) revela que 66,4% dos artigos analisados posicionaram-se em concordância com a corrente do aquecimento antrópico, e outros 32,6% endossavam essa posição. Somente 0,7% negaram que o homem seria o responsável pela mudança climática, e 0,3%

expressaram incertezas quanto às origens. Cook analisou, entre 1991 e 2011, 11.944 artigos do banco de dados Web of Knowledge.

Nesse sentido, uma primeira análise quantitativa dos artigos pode ser apresentada da seguinte forma:

Figura 19 – Quantidade de artigos de acordo com cada conceito estabelecido



A identificação dos conceitos facilita a percepção da fundamentação teórica adotada pelos artigos e principalmente os princípios da legitimação de um paradigma na ciência climática. Notem que a maior parte dos artigos aborda o conceito de mudança climática. Nessa abordagem, é possível debater os elementos climáticos e confrontar as bases teóricas. São 149 artigos publicados na *Climatic Change* e 35 na *Theoretical and Applied Climatology*. Porém, há de considerar um fator importante: a quantidade de artigos que debatem os impactos gerados pelo aquecimento global e as formas de mitigação são maiores (171 artigos na *Climatic Change*) que o conceito de mudança. Abordar conceitos como impactos e mitigação é partir da premissa de que o aquecimento verificado é fruto da ação antrópica. Na *Theoretical and Applied Climatology*, no entanto, a discussão concentra-se nas mudanças climáticas, com 35 artigos contra 20 fazendo menção à mitigação e a impactos, mas isso pode ser explicado pelo perfil do periódico.

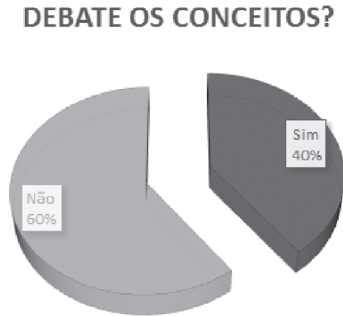
Há, também, muitos artigos que procuram estabelecer relação entre a mudança e a variabilidade climática. A maior parte do conteúdo desses artigos apresenta elementos de modelagem cli-

mática e debate a eficácia e as falhas encontradas na elaboração e aplicação dos modelos climáticos. Na revista *Climatic Change*, 28,75% dos artigos trabalham especificamente com modelagem climática, tanto global quanto regional, enquanto na *Theoretical and Applied Climatology*, 16,2% trabalham com isso. Essa relação entre variabilidade e mudança climática é extremamente importante para a redução das incertezas em relação ao problema, uma vez que estabelece uma análise integrada e muito mais completa dos elementos do clima, como mostra Grieser (2001), contrapondo os Atmosphere-Ocean General Circulation Model (AOGCM) com um Modelo de Balanço de Energia (EBM), buscando reduzir as incertezas geradas com a modelagem climática. Grieser (2001) conclui que o aquecimento alcança altos índices de significância devido à não consideração de padrões espaciais de mudança climática, ou seja, “Mudanças Climáticas antropogênicas globais, devido ao forçamento do GHG, são detectadas em alto nível de significância sem considerar padrões espaciais de mudança climática” (Grieser; Schönwiese, 2001, p.617, tradução nossa) e que, se consideradas as forçantes naturais como erupções vulcânicas e solares, estas, juntas podem também gerar índices de mudança climática considerável.

Essa análise conceitual nos fornece elementos essenciais para compreender o perfil da produção científica sobre as mudanças climáticas.

Como, inicialmente, a ideia era identificar se a comunidade científica comungava da teoria de que as emissões de CO₂ pelo homem seriam as responsáveis pelo aquecimento verificado, toda essa compilação de artigos nos levou a concluir que, semelhantemente aos estudos apresentados como ponto de partida, 60% da produção científica analisada apresentam elementos que apontam para um aquecimento fruto da ação humana, procurando discutir ações de mitigação, quais serão os impactos desse aquecimento e se a população ou a economia está preparada para tais impactos. O Gráfico 2 apresenta a totalidade dos dados. Dos 635 artigos analisados, tanto em periódicos nacionais quanto internacionais, tais resultados foram alcançados.

Figura 20 – Proporção de artigos que estabelecem o debate científico



Para melhor compreensão, tomemos como exemplo alguns trechos dos artigos analisados. Lembrando que, por mais que se adote um referencial teórico, esse sempre aparecerá nos artigos com expressões do tipo “*There is mounting evidence that*” (É cada vez mais evidente) ou “*It’s probable that*” (É provável que). O artigo “Progress on Incorporating Climate Change into Management of California’s Water Resources” (O progresso ao incorporar a mudança climática na gestão dos recursos hídricos da Califórnia), publicado no periódico *Climatic Change* (v.87, n.1, 2008), por exemplo, incorpora resultados dos possíveis impactos das mudanças climáticas na gestão dos recursos hídricos, mostrando que os impactos relacionados à precipitação (tempo, quantidade e forma), além do aumento dos níveis dos oceanos, serviriam de alerta para uma melhor gestão dos recursos hídricos. A Califórnia é um estado dos Estados Unidos que busca uma série de ações de preservação ambiental e combate às mudanças do clima no país. Outro artigo trata dos impactos causados no e pelo aquecimento do planeta pela criação de renas. Apesar da série de pesquisas mostrando que os impactos são extremamente baixos, a pesquisa segue chegando à mesma conclusão, porém apontando para uma possível mudança desse cenário para 2080. O artigo conclui, ainda, que a perda de pastagem possa ser muito maior devido às atividades industriais, à poluição e à silvicultura (“*Vulnerability of European Reindeer Husbandry to Global Change*”, *Climatic Change*, v.87, n.1-2, 2008).

Com essa conclusão, fica evidente a inversão de princípios ou de ações, uma vez que se procura investigar quais as consequências possíveis de uma mudança climática global dentro dos piores ou melhores cenários, muitas vezes deixando de lado os reais problemas que afetam de fato um objeto de estudo. Nesse caso o pesquisador teve a sensibilidade para perceber tal impacto. Será esse mesmo o caminho para a solução de problemas ambientais? Problemas globais necessitam de soluções globais e consequente diminuição da autonomia local diante dos problemas de fato relevantes.

É exatamente essa estatística que nos remete à ciência paradigmática. Isso porque o ceticismo na ciência é fundamental para o surgimento e declínio de teorias e conceitos. O que se constata, então, é que as teorias formuladas por Tyndall e Arrhenius, segundo as quais a relação entre concentração de CO₂ e temperatura estabelece-se como causa, e não efeito, estão corretas. Ou seja: o acréscimo ou diminuição da concentração desse gás pode causar aumento ou diminuição da temperatura, respectivamente. Essas teorias ganharam notoriedade novamente na ciência climática com os estudos de Callendar (1938), Plass (1956), Revelle e Suess (1957), que reafirmavam essa relação causal entre CO₂ e temperatura.

Portanto, não se trata de um consenso científico, mas sim da consolidação de um paradigma que fornece as regras e os parâmetros para a produção da ciência climática. Kuhn (2005) chamaria esse período de “ciência normal”, que consiste em uma fase de estabilidade e consolidação das teorias do paradigma, e enquanto este estiver resolvendo os problemas que a realidade apresenta, permanecerá estável.

Mas quem ou o que legitimou esse paradigma aquecimentista antrópico em detrimento do outro? Para responder a essa questão, necessita-se analisar a geopolítica da produção científica das mudanças climáticas globais por meio da identificação dos países e instituições que produzem o discurso climático (figuras 21, 22 e 23). O parâmetro para tal análise foi o Grupo de Trabalho I do IPCC, que fornece as bases científicas para os relatórios por esse órgão publicados, resultando nos três mapas a seguir.

Figura 21 – Produção científica, por países, nos periódicos científicos *Theoretical and Applied Climatology* e *Climatic Change*



Figura 22 – Relação entre produção científica (*Theoretical and Applied Climatology*) e total de cientistas do IPCC (WGI)

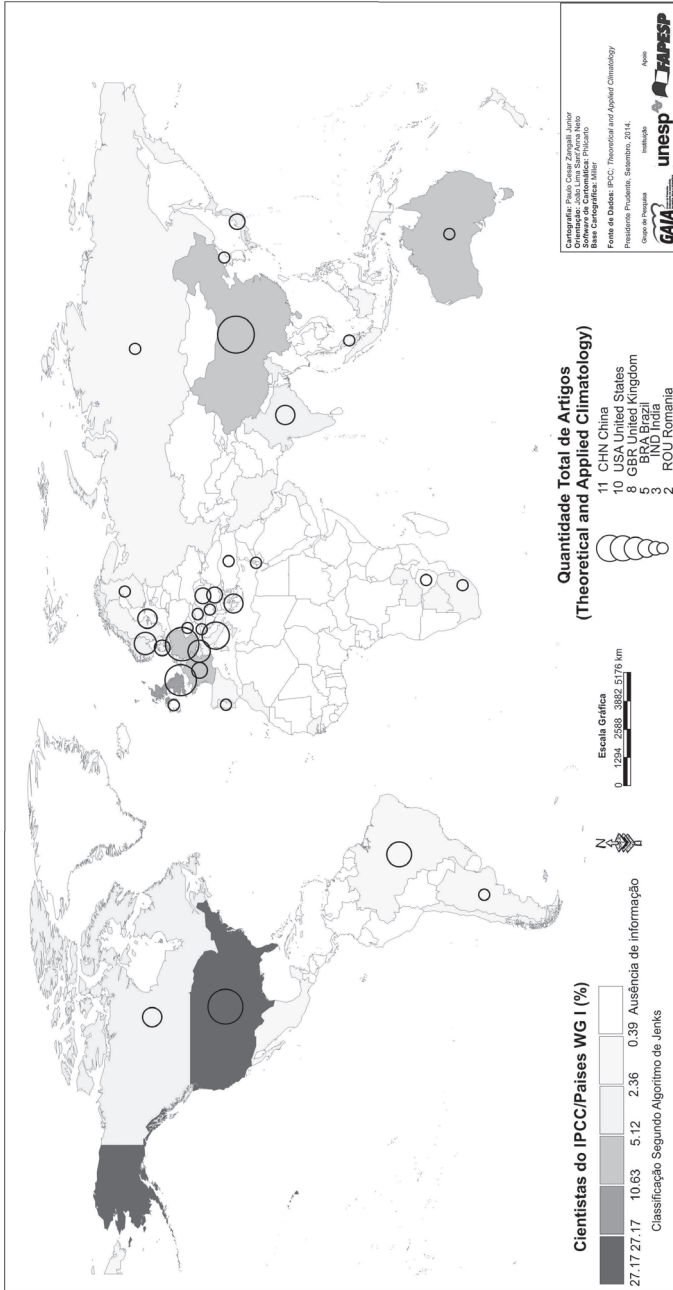
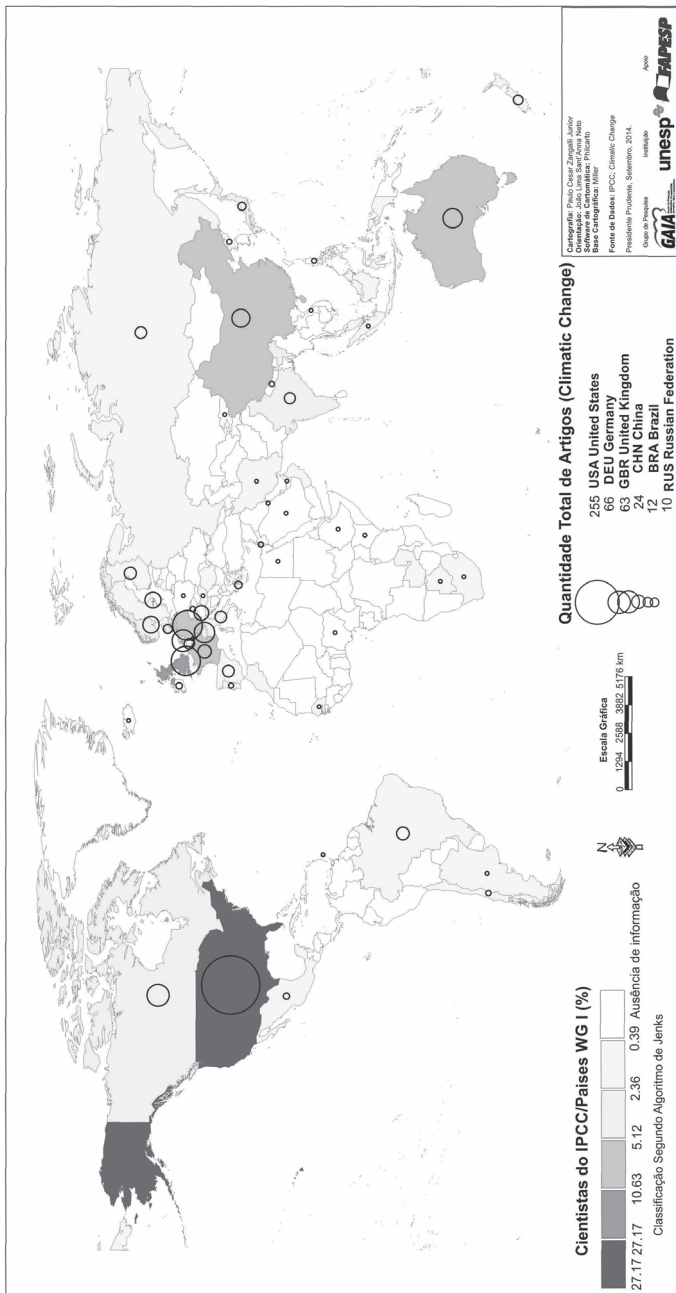


Figura 23 – Relação entre produção científica (*Climatic Change*) e total de cientistas do IPCC (WGI), por países



O que fica evidente é que a produção científica analisada nos periódicos possui características semelhantes e sobrepõem-se, como se observa no primeiro mapa (Figura 21). Mas o que é mais interessante é a sobreposição da produção científica verificada nos periódicos com os membros do Grupo de Trabalho I do IPCC (Figuras 22 e 23). Diante de tais resultados, surgem duas questões: quem participa do debate, e quem determina as regras do debate sobre as mudanças climáticas globais?

A quantidade de países e instituições de pesquisas que participam do debate sobre as mudanças climáticas é grande. Países com pouca expressividade no cenário científico, político e econômico publicaram em grandes jornais científicos, como os que analisamos. Zimbábue, Quênia, Kuwait, Lesoto, Iran, Indonésia, Quirguistão e Nepal contribuíram com o debate climático fornecendo elementos para compreender a produção científica no mundo tropical, em regiões extremamente complexas e instáveis climaticamente. Porém, essas publicações são resultados de pesquisas conjuntas entre esses países e os países do Hemisfério Norte que possuem mais recursos. Isso nos leva a refletir que essas publicações só aconteceram porque as pesquisas foram desenvolvidas com a colaboração dos países que, de certa forma, ditam as regras da ciência climática, como os Estados Unidos, a Alemanha e o Reino Unido. Essa expressão fica ainda mais clara se analisarmos os dados da

Como pudemos observar nos mapas, os países que mais publicaram na *Climatic Change* foram os Estados Unidos, o Reino Unido e a Alemanha, enquanto na *Theoretical and Applied Climatology*, foram esses mesmos mais a China. Mas, além do monopólio científico por alguns países, verificamos cada país especificamente e constatamos uma nova hegemonia, porém no que tange à questão das instituições científicas (Tabelas 2 e 3).

Na Alemanha, por exemplo, mais da metade das publicações (54,5%) concentra-se em duas instituições, sendo o Potsdam Institute for Climate e o Max Planck Institute for Meteorology (lembra-se dos editores-chefes e de suas instituições? Pois é, são as mesmas!). As publicações chinesas na *Theoretical and Applied*

Climatology, por exemplo, totaliza onze artigos, dos quais sete são da Chinese Academy of Sciences. Nos Estados Unidos, as principais instituições que publicaram nos periódicos analisados foram o

Tabela 1 – Publicações conjuntas entre os países com menor expressividade na produção científica

| Publicações conjuntas | | | |
|--|-------------|-------------|---------------------------------|
| Instituição | País | Publicações | Cooperação |
| Instituto Argentino de Nivología, Glaciología Ciencias Ambientales (Ianigla) | Argentina | 1 | Chile, Alemanha |
| Environmental Science, University of Botswana | Botswana | 1 | Canadá |
| Department of Geography, Kenyatta University | Quênia | 1 | Suíça |
| Arab Planning Institute | Kuwait | 1 | Estados Unidos e Áustria |
| Kyrgyz-Russian Slavic University | Quirguistão | 1 | Suíça |
| Department of Hydrology and Meteorology, Kathmandu | Nepal | 1 | Estados Unidos |
| TTMI-Project, Kano out-station, Forestry Research Institute of Nigeria | Nigéria | 1 | China e Holanda |
| Laboratoire de Physique de l'Atmosphère | Senegal | 1 | Estados Unidos |
| Sub-Institute for Water Resources Planning (SIWRP) | Vietnã | 1 | Filipinas e Alemanha |
| National Meteorological Services Agency | Etiópia | 1 | Reino Unido, Noruega e Alemanha |
| Dryland Agricultural Research Institute (Dari) | Irã | 1 | Reino Unido |
| Department of Physics, New Mexico State University | México | 3 | Canadá e Chile |

National Center for Atmospheric Research e a University of California, e em seguida aparece a instituição à qual pertence o editor-chefe da *Climatic Change*, a Princeton University.

Tabela 2 – Principais instituições de pesquisa que publicaram na *Climatic Change*

| <i>Climatic Change</i> | | |
|---|-----------------------|---|
| Instituição | Número de publicações | Cooperação |
| National Center for Atmospheric Research, Colorado, EUA | 24 | Alemanha, Bélgica, Itália, Brasil, Suíça, Holanda, Canadá, Reino Unido, Áustria, Rússia, |
| University of California, EUA | 22 | Alemanha |
| Princeton University, EUA | 12 | Áustria |
| Carnegie Mellon University, Pittsburgh, EUA | 11 | Alemanha, Holanda, França, Canadá, Irlanda, Reino Unido |
| Pennsylvania State University, EUA | 10 | Canadá, Alemanha, Senegal |
| University of Illinois, EUA | 10 | Austrália |
| Potsdam Institute for Climate, Alemanha | 25 | Dinamarca, Suíça, Suécia, Estados Unidos, França, Áustria, Holanda, Canadá, Reino Unido, Austrália, |
| Max Planck Institute for Meteorology, Alemanha | 11 | Holanda, Estados Unidos, Reino Unido, França, Austrália, |
| University of East Anglia, RU | 11 | China, Suécia, Itália, Bélgica, Espanha, Austrália, Alemanha, |
| University of Southampton, RU | 8 | Bélgica, Irlanda, Holanda, Estados Unidos, Grécia |
| Oxford, RU | 11 | Bélgica, Estados Unidos, Suíça |
| Met Office, Hadley Centre for Climate Prediction and Research, RU | 6 | França, Austrália, Alemanha, |
| University of Cambridge, RU | 8 | Finlândia, Suíça, Alemanha, |
| Tyndall Centre for Climate Change Research, RU | 13 | Austrália, Bélgica, Alemanha, Nova Zelândia, Irlanda, Holanda, Grécia, Estados Unidos |

Continua

Tabela 2 – *Continuação*

| <i>Climatic Change</i> | | |
|--|------------------------------|--|
| Instituição | Número de publicações | Cooperação |
| Chinese Academy of Sciences, China | 13 | Alemanha, Estados Unidos, Japão |
| CSIRO Atmospheric Research, Austrália | 12 | Estados Unidos, Suíça, Alemanha, França, Reino Unido, Austrália, Canadá, Rússia, Itália, Portugal, Áustria |
| Bureau of Meteorology Research Centre, Melbourne, Austrália | 5 | Estados Unidos |
| University of Toronto, Canadá | 8 | Nova Zelândia, |
| Canadian Forest Service, Canadá | 6 | Suíça, Suécia, Estados Unidos, Alemanha, França, Áustria, Holanda |
| CICERO Center for International Climate and Environmental Research | 9 | Alemanha, Reino Unido, Etiópia, China |

Tabela 3 – Principais instituições de pesquisa que publicaram na *Theoretical and Applied Climatology*

| <i>Theoretical and Applied Climatology</i> | | |
|--|------------------------------|-----------------------------------|
| Instituição | Número de publicações | Cooperação |
| Chinese Academy of Sciences, China | 7 | Alemanha, Estados Unidos |
| Hadley Centre for Climate Prediction, Met Office, Exeter, RU | 4 | Brasil, Estados Unidos |
| Centre for Ecology and Hydrology, Wallingford, RU | 6 | Finlândia, Brasil, Estados Unidos |
| University of Bayreuth, Bayreuth, Alemanha | 2 | |
| Potsdam Institute for Climate Impact Research, Potsdam, Alemanha | 2 | Polônia, Grécia, Suíça, Suécia |
| Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA, EUA | 2 | Brasil, Reino Unido |
| University of Delaware, Newark, EUA | 2 | China |

A relação também fica evidente quando comparamos a relação das principais instituições que publicaram nos periódicos com a das instituições a que pertencem os cientistas colaboradores do Work Group I do IPCC (Tabela 4). Para estabelecermos essa relação, foram identificados os coordenadores dos grupos de cientistas responsáveis pela elaboração de cada capítulo do relatório. Os principais países que compõem o grupo de trabalho do IPCC são praticamente os mesmos da base de dados dos periódicos, conforme ilustramos com o mapeamento, e acrescentando a esses a França.

Com relação às instituições em que trabalham os cientistas do IPCC, identifica-se uma similaridade muito grande, como, o Max Planck Institute for Meteorology, da Alemanha, o Met Office, do Reino Unido, ou o CSIRO Marine and Atmospheric Research, da Austrália. Nos Estados Unidos, um dos principais centros de pesquisas sobre as mudanças climáticas globais, que contribui para os relatórios do IPCC, é o National Center for Scientific Research (NOAA) que não publicou com muita frequência nos periódicos analisados, mas que merece ser lembrado.

Tabela 4 – Relação das instituições de pesquisa às quais pertencem os cientistas coordenadores dos capítulos dos trabalhos do Grupo de Trabalho I do IPCC

| Work Group I – IPCC, cientistas e instituições | | |
|---|--------------|---|
| Cientista | Cargo | Instituição |
| Ulrich Cubasch | Coordenador | Max Planck Institute for Meteorology, Alemanha |
| Donald Wuebbles | Coordenação | University of Illinois, EUA |
| Dennis Hartmann | Coordenador | University of Washington, EUA |
| Albert Klein Tank | Coordenação | Royal Netherlands Meteorological Institute, Holanda |
| Matilde Rusticucci | Coordenador | Universidad de Buenos Aires, Argentina |
| Monika Rhein | Coordenação | University of Bremen, Alemanha |
| Stephen Rintoul | Coordenador | CSIRO Marine and Atmospheric Research, Austrália |

Continua

Tabela 4 – Continuação

| Work Group I – IPCC, cientistas e instituições | | |
|---|--------------|---|
| Cientista | Cargo | Instituição |
| Joey Comiso | Coordenação | NASA Goddard Institute for Space, EUA |
| David Vaughan | Coordenador | British Antarctic Service, RU |
| Valerie Masson-Delmotte | Coordenação | Universidad de Versailles, França |
| Michael Schulz | Coordenador | Norwegian Meteorological Institute, Noruega |
| Philippe Ciais | Coordenação | Universidad de Versailles, França |
| Christopher Sabine | Coordenador | NOAA – National Center for Scientific Research, EUA |
| Olivier Boucher | Coordenação | National Center for Scientific Research, França |
| David Randall | Coordenador | Colorado State University, EUA |
| Gunnar Myhre | Coordenação | CICERO – Center for International Climate and Environmental Research, Noruega |
| Drew Shindell | Coordenador | NASA Goddard Institute for Space, EUA |
| Gregory Flato | Coordenação | Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis, Canadá |
| Jochem Marotzke | Coordenador | Max Planck Institute for Meteorology, Alemanha |
| Nathaniel Bindoff | Coordenação | Australian Research Council's, University of Tasmania, Austrália |
| Peter Stott | Coordenador | Met Office, RU |
| Ben Kirtman | Coordenação | University of Miami, USA |
| Scott Power | Coordenador | Bureau of Meteorology Melbourne, Austrália |
| Matthew Collins | Coordenação | Met Office Chair, Exter, RU |
| Reto Knutti | Coordenador | Institute for Atmospheric and Climate Science, Suíça |
| John Church | Coordenação | CSIRO, Marine and Atmospheric Research, Austrália |
| Jens Hesselbjerg Christensen | Coordenador | Danish Meteorological Institute, Dinamarca |
| Krishna Kumar Kanikicharla | Coordenação | CIRES – Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences |

Outro importante elemento que devemos considerar é a escala. Os trabalhos de climatologia geográfica, por exemplo, utilizam um recorte espacial que, geralmente, abrange a escala local e regional. Se utilizarmos como exemplo os trabalhos da *Revista Brasileira de Climatologia* e analisarmos todos os trabalhos publicados desde a primeira edição da revista até a décima (2005 a 2012), encontramos, nos que são possíveis de identificar, 46% dos artigos abordando a escala local, com estudos de caso, por exemplo; 41% na escala regional; e apenas 13% abordando a escala global, debatendo, conseqüentemente o aquecimento global. Há que se lembrar que o clima não é um sistema fechado, portanto, todos os trabalhos consideram a complexidade e a interação entre diferentes sistemas e diferentes escalas.

Para elucidar as questões da escala, não podemos cair na armadilha de encará-las apenas como dimensões espaciais ou temporais, mas

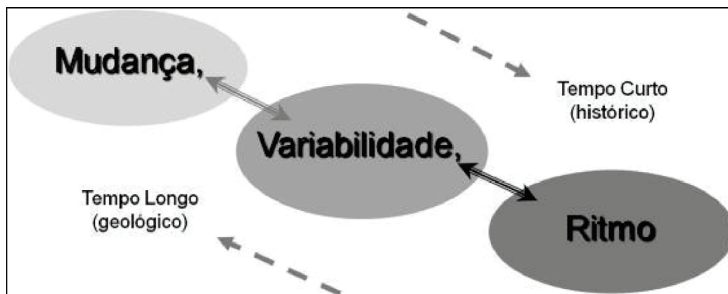
como processos dinâmicos dotados de atributos altamente sensíveis aos ritmos, variações e alterações de todas as forças terrestres, atmosféricas e cósmicas que, de alguma forma, exercem ou provocam qualquer tipo de interferência no sistema climático. Incluindo-se, também, as interferências de origem antrópica e socioespacial. (Sant'Anna Neto, 2013)

Os processos estão relacionados tanto no tempo longo quanto no tempo curto, este expresso na condição de milhares de anos e em eras geológicas, com transformações do clima provocadas por manchas solares, processos astronômicos, por exemplo, enquanto que o tempo curto faz referência ao tempo histórico. Este, sim, faz referência à presença do homem e a sua interferência e capacidade de modificação da paisagem (regional e local).

Para representar tais processos são utilizados alguns conceitos-chave, que são expressos na forma da mudança, variabilidade e ritmo climático e fazem referência à duração, velocidade e intensidade dos mecanismos que fazem com que o tempo e o clima tenham

uma dinamicidade extremamente complexa. Se todo fenômeno geográfico manifesta-se em um determinado tempo e espaço em diferentes magnitudes, as variações climáticas também podem afetar o tempo e o clima de diferentes regiões em diferentes magnitudes, ou seja, uma alteração nos padrões de circulação atmosférica pode afetar diferentes regiões de diferentes formas, com aquecimento ou resfriamento, ou com aumento ou diminuição dos padrões pluviométricos.

Figura 24 – Escalas geográficas do clima (tempo longo e tempo curto)



Fonte: Sant'Anna Neto, 2013

A escala climática global faz referência a uma primeira ordem de grandeza, em que os processos e as dimensões da escala são determinados pela lógica da circulação geral da atmosfera e da associação com a dinâmica dos oceanos, processos que determinam diferentes padrões climáticos para a superfície da Terra. Fenômenos como as teleconexões (Oscilação do Atlântico Norte – NOA) e os ENOS proporcionam, quando relacionado a fatores complexos da atmosfera, diferentes climas como modificação dos padrões das correntes de jato, pela fase quente do El Niño, o que provoca aumento de precipitação no sudeste da América do Sul e secas no Nordeste do Brasil. O ciclo de Milankovich, que apresenta mudanças nos padrões orbitais, explicaria, associado a outros fenômenos, períodos de glaciação, por exemplo. Porém, como a unidade de superfície é muito extensa, em sua representação cartográfica há uma limitação feita com correlações generalizantes (Sant'Anna Neto, 2013).

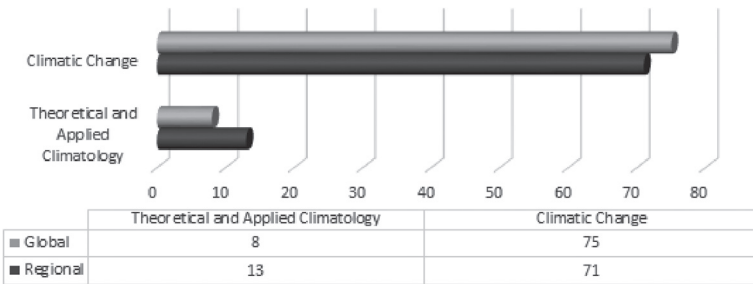
A escala regional apresenta-se muito mais complexa e, para a pesquisa, pode ser um ponto-chave na concepção dos discursos científicos, pois é o resultado da interação multiescalar que procura eliminar ou aperfeiçoar os erros que ainda persistem na constatação de um discurso hegemônico sobre as mudanças climáticas globais. A escala regional, portanto, “resulta de uma combinação de dinâmicas e processos atmosféricos, tanto da ação da circulação geral quanto da circulação secundária (ou seja, as áreas de pressão e o domínio dos sistemas atmosféricos)” (ibidem, p.82).

A escala regional é um elemento extremamente complexo para a análise geográfica. Essa escala configura-se no palco da repercussão e definição dos processos climáticos, pois existem efeitos como o da continentalidade, as diferenças de relevo e fatores geográficos que atuam com grande influência na conformação dos climas regionais. Cabe lembrar, portanto, que não há um limite geográfico determinado por uma extensão de quilômetros quadrados, mas, sim, pela diferença estabelecida entre células climáticas regionais, fruto da combinação de processos e fatores associados às particularidades dos fatores geográficos intervenientes.

A intensificação e modificação das estruturas geográficas (espaço) pelo homem influencia, também, a conformação do clima regional. Portanto, é nessa escala que se repercute e observa a ação antrópica, principalmente no clima. Porém, como se nota na Figura 19, quando se debatem as mudanças climáticas, estas são representadas na escala global. O desafio é articular as questões globais com as regionais e relacionar os elementos da mudança com a variabilidade climática. Mas até que ponto a ciência consegue suprimir os erros e compreender a complexidade e dinâmica dos processos em questão?

O primeiro ponto para responder a questão é compreender como se estabelece a relação entre as escalas e os processos. O gráfico que apresentamos a seguir sugere a quantidade de artigos científicos que abordam o conteúdo dos modelos climáticos nas diferentes escalas. A opção pelos modelos justifica-se pela possibilidade de articular e fundamentar a análise multiescalar necessária para a diminuição das incertezas.

Figura 25 – Quantidade de artigos que apresentam modelos climáticos em diferentes escalas



Nota-se que há certo equilíbrio entre a produção científica na escala regional e na escala global, porém devemos nos ater aos tipos de modelos utilizados nos estudos. Cabe, portanto, ressaltar cinco pontos de grande importância: a) a utilização de modelos globais (AOGCMs) para simular característica de climas regionais; b) a sobreposição de modelos globais com modelos regionais para a melhoria das simulações; c) a presença de falhas; d) modelos econômicos que simulam impactos e responsabilidades de mercados; e) artigos mostrando resultados satisfatórios quando trabalhados na escala regional.

O primeiro ponto a ser discutido é a utilização da modelagem climática global para caracterizar mudanças e impactos na escala regional. O modelo mais utilizado para trabalhar as mudanças climáticas são os Modelos Gerais de Circulação da Atmosfera (GCMs), representados em sua versão mais moderna pelo Modelo Geral de Circulação Atmosfera/Oceano (AOGCM). São esses modelos que apontam para uma mudança nos padrões climáticos no tempo curto. Mas geralmente expressam as condições globais mais genéricas, apresentando resultados pouco satisfatórios na tentativa de valorar elementos como as nuvens e o vapor d'água, por exemplo.

No entanto, debruçando-nos sobre o perfil dos artigos, constatamos que grande parte destes que utilizam esses modelos globais estão expressando condições e impactos do clima regional. De fato, há a interação das escalas, um processo não é independente do outro, o que justificaria a utilização desses modelos de circulação

geral para simular o clima em escalas inferiores. Mas essa interação não é completa se não for expressa nos modelos as condições que fazem com que as forçantes globais atuem naquela determinada célula climática daquela forma. Portanto, a utilização de modelos globais para a expressão do clima regional é geralmente pouco satisfatória por desconsiderar a complexidade dos processos envolvidos.

A melhor opção seria a interação de modelos climáticos globais de baixa resolução, com representações dos processos e dinâmicas mais gerais da interação oceano atmosfera, com as particularidades de cada região e, portanto, de cada célula climática regional (modelos de alta resolução). Essa interação é representada muitas vezes pela interação dos AOGCMs com modelos de evapotranspiração, ou modelos que usam como variáveis a vegetação, por exemplo.

O artigo intitulado “The Challenges of Modeling Climate Variability and Change in West Africa” (Jenkins; Adamou; Fongang, 2002), publicado na revista *Climatic Change*, ao simular e estimar padrões de chuvas no oeste da África, ressaltou a necessidade da interação dos modelos e das escalas. Para os autores, os modelos climáticos regionais apresentam uma melhor capacidade de representação da realidade, e essa interação pode resultar na diminuição das falhas ainda persistentes na modelagem e simulação do clima.

Mesmo com os sucessos, os GCMs podem fornecer uma compreensão limitada sobre mudanças climáticas e variabilidade no oeste da África devido à escala e aos processos físicos. Os custos computacionais associados com os GCMs torna difícil a realização de estudos com uma escala espacial muito fina [...] Associar os GCMs à modelos climáticos regionais pode fornecer uma solução para as limitações do GCMs por si só. Modelos climáticos regionais podem integrar uma alta resolução espacial (20-100 km) usando parametrizações cumulus implícita ou explícita para capturar características de mesoescala e sinóticas. (ibidem, p.282)

As falhas, inclusive, são outro fator essencial para debatermos, pois cada modelo, por si só, não consegue representar, nem espacial e muito menos temporalmente, os processos de configuração do

clima. O próprio Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007, assume que a representação dos modelos ainda está longe de findar por completo, pois a complexidade do sistema climático acaba por tornar incógnitos elementos que muitas vezes só são representados em escalas ainda menores, como é o caso das nuvens, dos aerossóis, das oscilações oceânicas e da vegetação.

Praticamente todos os artigos que buscavam aplicação, melhoria ou discussão de modelos climáticos apresentaram, em seus resultados, ressalvas de que há, ainda, falhas significativas que sugerem melhoria e compreensão dos dados. Achberger et al. (2003, p.219, tradução nossa), ao comparar o modelo regional Rossby Centre Regional Atmospheric Model Version 1 (RCA1) com os modelos GCMs, também concluem que “Quando integrado ao longo de toda a área da Scania, o RCA1 melhora os resultados dos ciclos de precipitação anual e da variabilidade interanual se comparadas com os GCMs [...] o RCA1 melhora a simulação da variabilidade, se comparado com os GCMs”.

Em um trabalho intitulado “Desempenho dos modelos climáticos do IPCC em simular a precipitação presente e futura sobre o território brasileiro”, José Marengo e Maria Cleofé Ramirez (2006) utilizam vários modelos para simular a precipitação no território nacional e apresentam modelos com resultados significativos e outros nem tanto, subestimando a precipitação em algumas regiões em detrimento de outras. Mas o fator essencial da conclusão é a necessidade da utilização de técnicas de *downscaling*:

Se partirmos da premissa que um aumento na concentração de gases estufa pode gerar climas mais secos e redução das chuvas, os modelos que mostram uma diminuição das chuvas ao longo dos 100 próximos anos, tais como o HAD e o CCMA estariam mostrando cenários futuros mais próximos à realidade em comparação aos outros modelos, porém isso também é relativo. Como os modelos analisados são modelos globais (de baixa resolução) torna-se necessário fazer experimentos de *downscaling* dinâmico com modelos de alta resolução de forma a poder refinar os resultados e ter cenários mais reais. (Ramirez; Marengo, 2006)

Mas o que seriam essas técnicas? *Downscaling* é um método para obter informações em alta resolução sobre o clima a partir de modelos climáticos de alta resolução (GCMs). Normalmente, os GCMs possuem uma resolução espacial de 150-300 km². Muitos modelos de impactos necessitam de informações na escala de 50 km² ou menos, mas precisam de outros métodos para estimar as menores escalas. O método do *downscaling* dinâmico usa de modelos de alta resolução em uma área predefinida (um modelo climático regional, RCM) conduzido por condições de contorno dos GCMs para obter informações em menor escala. Os RCMs têm uma área de cobertura de 106-107 km² e uma resolução entre 20 km e 60 km.

Sabe-se das limitações da modelagem climática e seus resultados. Portanto, é importante considerar suas possibilidades de interpretação da realidade para a melhor compreensão dos sistemas climáticos e dos modelos que simulam o clima, necessidade esta levantada pelos próprios pesquisadores analisados. A utilização dos modelos em larga escala com alta resolução refinam os resultados e diminuem as falhas.

Outro elemento que merece destaque quando se aborda a modelagem são os modelos econômicos. Há, no mínimo, oito artigos que apresentam efetivamente modelos econômicos mostrando desde potenciais impactos para a economia, com análise da produtividade agrícola, até modelos de custos-benefícios para as ações de mitigações propostas pelas mais diferentes entidades e formas.

Dentre todas as possibilidades de exemplificar essa questão, um artigo em especial merece destaque. O artigo “World Trade as the Adjustment Mechanism of Agriculture to Climate Change” (Juliá; Duchin, 2007) debate, por meio de modelos econômicos e com base em variáveis econômicas globais, a suficiência alimentar do planeta, indicando que a flexibilidade do comércio mundial seria suficiente para suprir a necessidade alimentar da Terra, mesmo que os impactos sobre a agricultura diminuam as áreas produtivas e a variedade de produtos, mas indica que algumas áreas certamente passarão por escassez de alimentos.

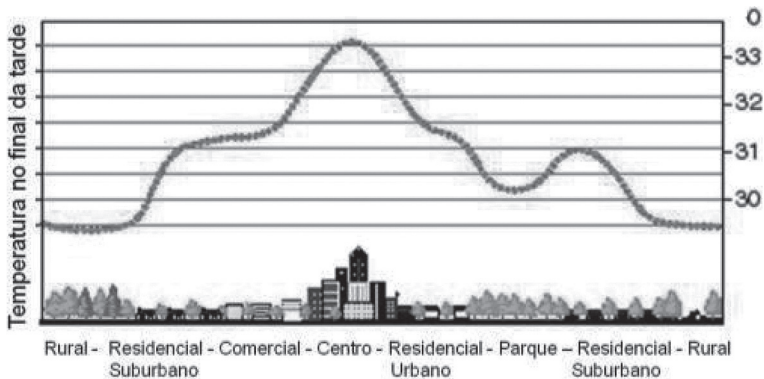
A resposta para a questão inequívoca que se levanta diante de tais constatações é sim. A desigualdade provocada pelo sistema

capitalista, esse mesmo que se sugere responsável por tamanha mudança climática, fará com que a população pobre e, consequentemente, países mais pobres sofram as consequências de uma possível escassez de alimentos.

Voltando à questão da escala, faltou debater a escala local, de quarta a sexta ordem de grandeza. A redução da escala para o nível da especialização, na qual a ação transformadora do homem altera de forma drástica o meio natural, faz com que a dinâmica e os ciclos temporais aconteçam com velocidades variadas, ou seja, quanto menor a escala, maior a complexidade, pois maior é a quantidade de elementos e processos envolvidos. É nessa escala em particular que o homem possui maior capacidade de transformar o clima, criando, por exemplo, os microclimas (Sant'Anna Neto, 2010).

O microclima apresenta-se na ordem dos metros quadrados, nos níveis do urbano e na modificação da paisagem rural. Os aspectos mais dinâmicos da atmosfera são minimizados, e com isso ganha papel fundamental a radiação solar e sua interação com o nível dos detalhes, no qual os aspectos da paisagem urbana e rural adquirem maior destaque. A conformação dos elementos da cidade, por exemplo, altera o albedo, a refletância e absorção de calor, o que altera o clima drasticamente em diferentes áreas da cidade, conformando fenômenos como a ilha de calor (Figura 26).

Figura 26 – Perfil da ilha de calor urbana (temperatura em °C)



Fonte: Sant'Anna Neto, 2010

Cabe destacar, porém, que quando se reduz a essa escala, o fato de que a maior parte das estações meteorológicas utilizadas para compor a série histórica do IPCC estar localizada em áreas urbanas e sob forte influência dos elementos e processos conforma o clima urbano, conforme vimos no capítulo anterior. Considerar esse fator na ordem de $0,06\text{ }^{\circ}\text{C}$ é, de certa forma, negar a própria ação antrópica sobre o clima.

Se o homem transforma o meio natural e, conseqüentemente, o clima local (mesoclima, topo-clima e microclima), é nessa escala de análise que deveria estar o foco da discussão, e não, como faz o IPCC, praticamente negando a existência e influência de tal escala na elaboração de seus relatórios.

Chung, Choi e Yun (2004), em estudo intitulado *Urbanization Effect On The Observed Change In Mean Monthly Temperatures between 1951-1980 and 1971-2000 in Korea*, procuraram identificar os componentes da urbanização na aparente mudança de temperatura habitual da Coreia do Sul e determinar a tendência de temperatura real no campo afetada por uma mudança climática regional. Os padrões de mudanças não estão relacionados com as mudanças climáticas globais, mas sim com o efeito de ilha de calor e da urbanização, conforme resultados:

Baseado na mesma estimativa, um aumento de $0,5^{\circ}$ a $1,0^{\circ}\text{C}$ na temperatura máxima diária deveu-se à mudanças climática regionais durante a estação fria. Em contraste com o caso da temperatura mínima diária, foi encontrado um pequeno efeito da urbanização na temperatura máxima diária durante toda a estação. O efeito da urbanização foi consistente em todos os meses exceto em Abril com uma variação de $0,3^{\circ}$ a $0,6^{\circ}\text{C}$ [...] o aumento da temperatura do verão, particularmente com um aquecimento noturno, durante as recentes décadas na Coreia do Sul não pode ser atribuído ao Aquecimento Global, mas pode ser resultado do rápido processo de urbanização acompanhado do aumento no consumo de energia, mudanças no uso e cobertura do solo, retirada da vegetação, dentre outros. (Chung; Choi; Yun, 2004, p.135)

No entanto, resultados como esses só foram encontrados quando nos depreendemos dos principais produtores da ciência paradigmática.

A complexidade dos elementos da escala regional e local acaba tornando-se estratégia de alguns formuladores de políticas climáticas, pois analisar de forma análoga e genérica implica em medidas únicas, globais. Como sabemos, faz parte de todo o processo capitalista negar a existência de especificidades locais para, de certa forma, padronizar os interesses e discursos globalmente. Negar essas especificidades locais como fator de influência na série histórica e, portanto, na própria conformação do aquecimento global, é, mais uma vez, padronizar ações e práticas no intuito de consolidar um mundo cada vez mais globalizado.

Podemos considerar a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento conhecida como Rio-92 como um marco divisor para as questões ambientais e para a configuração de uma nova ordem ambiental internacional. É a partir dessa data que as questões ambientais adquirem maior visibilidade perante a opinião pública e, conseqüentemente, diante das proposições políticas, conferindo à Rio-92 um padrão mais globalizado (Ribeiro, 1999).

O norteamento de ações científicas, políticas e econômicas configura-se como um tema de extrema relevância global. Mas se a consolidação de um processo de preservação do meio ambiente e, conseqüentemente, do clima do planeta era esperada, ficou evidente a realização do modo de produção hegemônico e do início do processo de apropriação dos recursos. Logo,

ficou perceptível que os recursos financeiros internacionais não seriam significativamente investidos nesta direção e que não haveria inovação no processo de transferência tecnológica e tampouco se constituiria um marco institucional para tornar factíveis esses propósitos. (Oliveira, 2012)

A proposição de medidas como essas nos remete a um “Imperialismo Ecológico”, como proposto por Foster e Clark (2006). A apropriação dos recursos naturais baseada em uma economia

de combustíveis fósseis dos países do norte sobre os países do sul intensificou as desigualdades entre os centros e as periferias. Essa apropriação desigual seria a responsável pela atual crise climática e, sobretudo ambiental que vive o planeta.

No entanto, os mesmos países que degradam e poluem, mantendo suas economias alicerçadas no uso de combustíveis fósseis, como é o caso dos Estados Unidos e do Reino Unido, por exemplo, determinam as regras científicas, políticas e econômicas sobre as mudanças climáticas globais.

Como afirma Leff (apud Oliveira, 2012, a geopolítica da biodiversidade e do desenvolvimento sustentável (e conseqüentemente do aquecimento global) está devidamente inserida no contexto da globalização econômica e no processo de naturalização da mercantilização da natureza.

A ciência das mudanças climáticas globais no Brasil

As publicações nacionais diferem em certo ponto da produção científica internacional. Podemos citar alguns fatores fundamentais para essa diferença, entre eles a não obrigatoriedade de medidas de redução das emissões de GEE estabelecida pela Agenda 21, por exemplo. Além do mais, um dos periódicos que abordaremos, no caso aqui do Brasil, representa a produção da climatologia geográfica, em grande parte composta por uma reflexão teórica metodológica como a que está sendo construída neste livro.

Mas um fator específico não difere muito do perfil global. Trata-se da hegemonia na produção científica, que também legitima o paradigma aquecimentista antrópico. Os membros brasileiros do Grupo de Trabalho I compõem especificamente o corpo de cientistas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), sendo eles José Antonio Marengo Orsini, Paulo Eduardo Artaxo Netto, Iracema Fonseca A. Cavalcanti e Chou Sin Chan. O quinto membro dessa comissão é o doutor Edmo José Dias Campos, professor titular da Universidade de São Paulo (USP).

Se quantificarmos a produção científica brasileira nos quatro periódicos analisados, identificaremos facilmente essa hegemonia científica, mas com uma inversão entre as instituições, o que possivelmente pode ser explicado pelo perfil oficial do Inpe que elabora e publica mais relatórios.

Tabela 5 – A produção científica das mudanças climáticas no Brasil, segundo instituições de ensino

| Instituições que mais publicaram sobre o tema no Brasil | | |
|---|------------------------------|-----------------------------|
| Instituições | Quantidade de artigos | Cooperação |
| Universidade de São Paulo, USP | 11 | Reino Unido, Estados Unidos |
| Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC/Inpe | 9 | Reino Unido, Estados Unidos |
| Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) | 5 | |
| Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – Funceme | 3 | |
| Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) | 3 | |
| Construmaq, São Carlos | 2 | |
| Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas | 2 | |
| Universidade Federal do Paraná (UFPR) | 2 | |
| Unesp – Faculdade de Ciência e Tecnologia de Presidente Prudente | 2 | |
| Universidade Federal de Viçosa | 2 | |
| Instituto Astronômico, Geofísico e de Ciências Atmosféricas (IAG) | 1 | |
| Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) | 1 | |
| Universidade Federal da Bahia | 1 | |
| Instituto de Gestão das Águas e Clima (Ingá) | 1 | |
| Universidade Federal do Ceará | 1 | |
| Universidade Estadual do Ceará (UECE) | 1 | |
| Universidade Federal de Campina Grande | 1 | |

Continua

Tabela 5 – *Continuação*

| Instituições que mais publicaram sobre o tema no Brasil | | |
|---|------------------------------|-----------------------------|
| Instituições | Quantidade de artigos | Cooperação |
| Laboratório Nacional de Computação Científica | 1 | |
| Universidade Federal Rural de Pernambuco | 1 | |
| Centro Técnico Aeroespacial, São José dos Campos | 1 | Reino Unido, Estados Unidos |
| Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) | 1 | |
| Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) | 1 | |
| Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf) | 1 | |
| Instituto Socioambiental, Brasília. | 1 | |
| Universidade Estadual de Maringá (UEM) | 1 | |
| Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ) | 1 | |
| Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Paraíba (Univap) | 1 | |

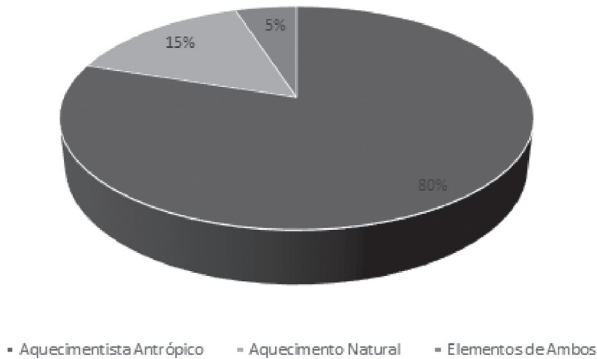
Dentro da USP, essa produção divide-se entre os departamentos. Podem-se citar alguns, como o Instituto Oceanográfico, no qual o doutor Edmo Campos é presidente da Comissão de Relações Internacionais, além do Departamento de Oceanografia Física, no qual exerce cargo de Chefia; o Departamento de Ciências Atmosféricas; o Departamento de Oceanografia Física; o Departamento de Hidráulica; o Instituto de Astronomia; e a Escola de Artes, Ciências e Humanidades.

As principais publicações com cooperação internacional são do Inpe e da USP com o Met Office – Hadley Centre for Climate Prediction and Research, do Reino Unido, o Georgia Institute of Technology, dos Estados Unidos, e o Centre for Ecology and Hydrology, Wallingford, do Reino Unido.

No que se refere aos paradigmas apresentados, encontramos um contraponto interessante. Ao somar toda publicação catalogada,

tanto nos periódicos nacionais quanto internacionais, temos um total de 40 artigos, dos quais são 32 produzidos de acordo com o paradigma aquecimentista antrópico, sendo que 6 destes mostram elementos do paradigma do aquecimento natural e 2 debatem os conceitos inseridos em ambos os paradigmas (Figura 27).

Figura 27 – Perfil da Produção Acadêmico-Científica Nacional



Um desses artigos que apresentam elementos de ambos os paradigmas é uma publicação de Adalberto B. Serra (1987), na *Revista Brasileira de Meteorologia*, intitulado “Mudanças climática”, extremamente relevante, pois apresenta uma visão primeira de todo o debate.

Serra (ibidem) afirmava que o objetivo de seu trabalho era a divulgação das mais variadas formas de mudança climáticas, ou seja, as que ocorreram no passado, a evolução natural no futuro e as alterações que a ação do homem poderia provocar. Se no atual estágio científico as mudanças climáticas globais apresentam grande nível de incerteza, mesmo com a afirmação contrária do IPCC, em 1987 as incertezas obviamente eram muito maiores. Se hoje o IPCC nega as especificidades do clima local, como um possível responsável pela alteração verificada em escala maiores, naquele ano era diferente, pois, ao iniciar sua arguição sobre as possíveis alterações antrópicas do clima, Serra (ibidem) afirma que “é provável que medidas capazes de beneficiar certo local devam prejudicar certas áreas”.

O artigo de Serra aborda as concentrações de oxigênio na atmosfera como uma das formas de explicar as concentrações de CO_2 nesta. Os níveis de oxigênio na atmosfera são constantes e, juntamente com o nitrogênio, compõe cerca de 98% desta. Mas Serra faz uma correlação com sua concentração ao longo do tempo dizendo que, por mais que a produção de oxigênio tenha declinado em 50% entre o Triássico e o Cretáceo, as concentrações ainda mantinham-se estáveis. Porém, com o derradeiro crescimento populacional – hoje são 7 bilhões de habitantes no planeta –, a produção de oxigênio declinou 0,02%, podendo, em setecentos anos, chegar à proporção de dois terços, o que, conseqüentemente, aumenta os níveis de CO_2 da atmosfera. Evidentemente, esse artigo foi publicado antes que vários outros estudos demonstrassem outras inúmeras possibilidades.

Serra apresentou-nos outra vertente discursiva que apontava para um novo período de glaciação, explicada pelo final de um período interglacial que já perdura por mais de 11 mil anos. As considerações finais apresentavam, também, elementos interessantes sobre como

as evidências de que a natural variabilidade do clima e as mudanças antropogênicas estão adquirindo maior importância devido à limitação dos recursos naturais levaram as diversas organizações científicas mundiais a criarem programas a fim de estudarem o clima da terra em toda a sua plenitude. (ibidem, p.105)

Considerações como essa abrem precedentes para a discussão que estamos nos propondo a fazer sobre ações para a manutenção e preservação do meio ambiente. Debater a preservação climática seria, portanto, debater a ordem econômica estabelecida que permite aos países desenvolvidos plenas condições de acesso aos recursos produzidos e explorados além de seus territórios oficiais. A preservação do meio, por fim, é tema principal das discussões, mas circula como plano de fundo nas ações propostas para a manutenção do clima atual.

É na *Revista Brasileira de Climatologia* que se encontram os artigos que apresentam elementos críticos fundamentais que os colocam dentro do paradigma do aquecimento natural. Trata-se da publicação da *Climatologia Geográfica*, inserida no contexto da ciência humana, e esse é o ponto que nos remete a pensar sobre as limitações da proposta de Kuhn sobre os paradigmas, principalmente no que tange à ciência humana.

Segundo Campos e Fernandes (2011), Kuhn considera a ciência uma constante mutação. Porém, sua proposta é um modelo rígido, composto por início, meio e fim predeterminados. Isso implica que jamais coexistiriam dois paradigmas.

Sendo assim, não há possibilidade de permanência do velho após a consolidação do novo, pois quando pesquisadores produzem “[...] uma síntese capaz de atrair a maioria dos praticantes de ciência da geração seguinte, *as escolas mais antigas começam a desaparecer gradualmente*”. Mas, para aqueles que ousarem permanecerem com as concepções dos paradigmas antigos, “*são excluídos da profissão e seus trabalhos ignorados*”. (Kuhn, 1994 apud Camacho, 2013)

Kuhn (2005, p.35) afirma, ainda, que na ciência humana “permanece em aberto a questão a respeito de que áreas da ciência social já adquiriram tais paradigmas. A História sugere que a estrada para um consenso estável na pesquisa é extraordinariamente árdua”. Porém, em contrapartida, Campos e Fernandes (2011) reafirmam as especificidades da ciência humana, fazendo-nos pensar o conceito de paradigma nas ciências humanas com um enfoque relacional, em que um paradigma predominante possa coexistir com outros, ou seja, diferente da rigidez do modelo kuhniano, um paradigma não significa necessariamente a exclusão de outro. O surgimento de uma escola ou teorias rivais não exclui a outra para o surgimento de um consenso entre os membros de uma determinada comunidade científica (apud Camacho, 2013).

Na *Revista Brasileira de Climatologia* encontram-se, especificamente, dez artigos relacionados ao tema do aquecimento global,

dos quais seis são teóricos do paradigma do aquecimento natural, um faz uma resenha do livro de Lynas (2008) intitulado *Seis graus: o aquecimento global e o que você pode fazer para evitar uma catástrofe*, e um debate as mudanças e, conseqüentemente, apresenta elementos de ambos os paradigmas. Esse perfil da *Revista Brasileira de Climatologia* só se explica pela possibilidade da coexistência paradigmática na ciência humana, na qual um paradigma marginalizado, como o do aquecimento natural, não deixa de existir nem exclui seus cientistas, necessariamente, da comunidade científica.

O primeiro editorial da *Revista Brasileira de Climatologia* é de dezembro de 2005, e nesse número da revista não foi encontrado nenhuma publicação relacionada ao aquecimento global. O volume 2 (dezembro de 2006), no entanto, apresenta dois artigos relevantes. Um de Francisco Mendonça que apresenta uma discussão das alterações decorrentes das mudanças climáticas globais de forma antrópica e sugerida pelo IPCC, mas que ao mesmo tempo estabelece o diálogo com os cientistas céticos ao apresentar fatores naturais intensificando ou, muitas vezes, sendo responsáveis por essas mudanças. O outro artigo não trata especificamente das mudanças climáticas globais, mas apresenta uma das abordagens que se ramifica das discussões ambientais, que é a valoração ambiental e a incorporação do debate climático-ambiental pelo modo de produção capitalista (Andriucci; Sant'Anna Neto, 2006).

O volume 3/4 (agosto de 2008) da revista apresenta três artigos que abordam o tema das mudanças climáticas globais, sendo dois deles de um dos maiores cientistas contrários à ideia de que o homem é o maior responsável pelo aquecimento do planeta, o meteorologista Luiz Carlos Baldicero Molion. Em um de seus artigos, ele apresenta reflexões críticas sobre os relatórios apresentados pelo IPCC mostrando que a variabilidade natural e as forçantes naturais são muito maiores que qualquer pretensão humana de modificar o clima em uma escala global. Em seu outro artigo, Molion apresenta uma perspectiva de um clima futuro diferente daquele apresentado pelo IPCC, mostrando que a variabilidade das chuvas na Amazônia, por exemplo, tem uma grande correlação com a ODP, e que a esta ruma

para uma nova fase fria, o que faria com que o clima também esteja rumando para um pequeno resfriamento. Outro artigo (Pacelli H. M. Teodoro) apresenta algumas reflexões acerca do tema apresentando o debate que envolve as mudanças climáticas, buscando descontruir a ideia de que o homem é capaz de alterar o clima global.

Há que lembrarmos que, no Brasil, Molion é um dos principais cientistas que defendem as regras do paradigma do aquecimento natural. Indo mais além, ele nos apresenta o que poderíamos considerar um novo paradigma afirmando que, ao invés de aquecer, a Terra experimentaria mais um período glacial em um futuro próximo.

O volume 5 (setembro de 2009) não apresentou nenhum artigo relevante para esta pesquisa. Entretanto, a discussão permeava os conceitos do clima urbano, ou seja, a discussão da mudança do clima na escala que realmente interessa ser discutida. Os volumes 6 e 7 foram publicados no ano de 2010, e ambos não apresentaram publicações significativas para esta pesquisa.

Já o volume 8 (junho de 2011) apresenta um artigo interessante para a construção teórica deste trabalho. O artigo intitulado “Mudanças climáticas e aquecimento global: controvérsias, incertezas e a divulgação científica” (Casagrande; Silva Junior; Mendonça, 2011), que apresentamos como referencial primeiro desta nossa discussão, procurou debater a divulgação científica por meio da análise das revistas *Ciência Hoje* e *Scientific American Brasil*, para o período de junho de 2009 a julho de 2010, considerado pelos autores como um marco para a abordagem do tema, pois configura um período anterior e posterior à COP 15 – Copenhague. O texto aborda, ainda, os conceitos e procura debater o tema sobre as mudanças globais de acordo com essa perspectiva. A conclusão sugerida pelo estudo não difere muito de nossa abordagem, em que a maior parte dos artigos apresenta uma visão com elementos que fundamentam o discurso elaborado pelo IPCC e, conseqüentemente, o paradigma aquecimentista antrópico.

A principal diferença que podemos destacar entre a *Revista Brasileira de Climatologia* e a *Revista Brasileira de Meteorologia* está no

paradigma adotado por cada uma delas. Os meteorologistas são os que mais produzem sobre as mudanças climáticas no país, e realizam isso de forma mais técnica. O maior exemplo disso é que todos os oito artigos analisados pela *Revista Brasileira de Climatologia* procuraram debater os conceitos e apresentar as divergências de ideias a fim de contextualizar a abordagem do tema. Já a *Revista Brasileira de Meteorologia* apresenta apenas seis de quinze artigos debatendo os conceitos e contextualizando o debate científico, porém dentro das bases teóricas do paradigma aquecimentista antrópico.

A preocupação da ciência meteorológica está focada na modelagem climática e nos potenciais impactos frutos dessa alteração antrópica do clima. Discussões de modelos são feitas para melhor compreensão e diminuição de falhas, como nos artigos “Aerossóis, nuvens e clima: resultados do experimento LBA para o estudo de aerossóis e microfísica de nuvens” (Costa; Pauliquevis, 2009), e “Modelagem de desmatamento e emissões de gases de efeito estufa na região sob influência da Rodovia Manaus-Porto Velho (BR-319)” (Fearnside et al. 2009). Este último aborda questões de biomassa e da quantidade de emissões fruto do desmatamento na região em questão. Os modelos calculam, em parte, os custos da redução e as estimativas de reservas com a diminuição do desmatamento na proporção de US\$ 3,1 bilhões, equivalente a potenciais reduções do desmatamento, mas assume que, como todo modelo, apresenta a necessidade de melhoria das falhas e dependência relativa ao comportamento desse desmatamento em questão.

O enigma do termômetro: crise paradigmática?

Momentos de crises são essenciais para o despertar de novas teorias e para que a ciência desenvolva mais conhecimento. Na ciência paradigmática não poderia ser diferente. Segundo Kuhn (2005, p.119), “as crises são uma pré-condição necessária para a emergência de novas teorias” que posteriormente venham a se tornar paradigmas ou novos paradigmas.

Creio que é, sobretudo, nos períodos de crises reconhecidas que os cientistas se voltam para a análise filosófica como um meio para resolver as charadas de sua área de estudos. Em geral os cientistas não precisaram ou mesmo desejaram ser filósofos. Na verdade, a ciência normal usualmente mantém a filosofia criadora ao alcance da mão e provavelmente faz isso por boas razões. Na medida em que o trabalho de pesquisa normal pode ser conduzido utilizando-se do paradigma como modelo, as regras e pressupostos não precisam ser explicados. (ibidem, p.119)

Mesmo que a anomalia (discrepância entre a teoria e a realidade) seja significativa, “uma teoria científica, após ter atingido o status de paradigma, somente é considerada inválida quando existe uma nova alternativa disponível para substituí-la” (ibidem). Como responder à essa anomalia científica do paradigma?

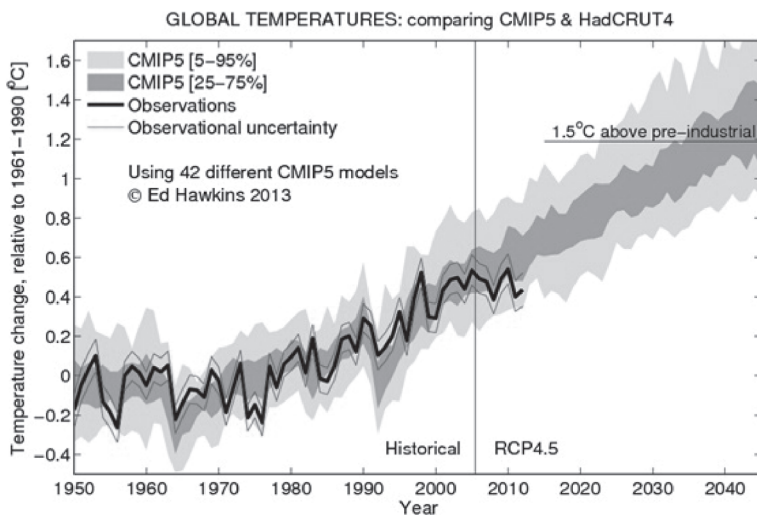
Para Thomaz Kuhn, há algumas maneiras para se lidar com essas anomalias. Uma delas é simplesmente não responder, ou seja, a discrepância não precisa necessariamente provocar nenhuma resposta muito profunda, uma vez que anomalias sempre existiram e sempre existirão. Certamente mesmo os mais obstinados acabarão cedendo aos esforços da prática normal, especialmente quando existem muitos problemas disponíveis em outros setores para serem estudados.

Algumas vezes uma anomalia colocará claramente em questão as generalizações explícitas e fundamentais do paradigma. Se a anomalia do paradigma for algo muito maior que um quebra-cabeça, é sinal de que se iniciou a transição para a crise e para a ciência extraordinária. Nesse caso, a própria anomalia passará a ser mais comumente reconhecida como tal pelos cientistas, sendo que um número cada vez maior de cientistas passa a dedicar maior tempo à resolução dessa anomalia. Se a anomalia continuar resistindo à análise, o que geralmente não acontece, muitos cientistas podem considerar sua resolução como o objeto de estudo específico de sua disciplinaridade.

A partir disso, técnicas serão empregadas, as regras do paradigma serão adotadas na tentativa de resolução desse problema, mas cada vez mais ambas perderão o sentido. Nesse período ainda existirá um paradigma, porém poucos cientistas estarão de acordo sobre qual seja ele.

O que de fato quero concluir com tudo isso é que, na ciência das mudanças climáticas globais, esse é um período em que a anomalia começa a exigir uma resposta. A comunidade científica procura articular-se para responder ao que alguns veículos da mídia começam a chamar de “O enigma do termômetro”. As concentrações de CO₂ na atmosfera atingiram níveis recordes na história recente do planeta, alcançando a preocupante marca de 400 ppm, segundo dados do NOAA, porém as temperaturas permaneceram constantes, segundo dados de Ed Hawkins publicados no blog Climate Lab Book e conforme podemos verificar com o gráfico da Figura 28.

Figura 28 – Comparação das projeções de temperaturas globais



Fonte: Hawkins, E. *Comparing Global Temperature Observations and Simulations, Again*. Disponível em: <http://www.climate-lab-book.ac.uk/2013/comparing-observations-and-simulations-again/?utm_source=rss&utm>

Como o próprio Ed Hawkins sugeriu, o IPCC deveria ter apresentado no AR5 melhores explicações e dar seu veredicto a respeito de tamanho alvoroço, o que de fato não aconteceu. Esse fato inclusive adiou a própria publicação do relatório.

Porém, havia antes mesmo disso, em seu blog, uma possível resposta à questão “Por que o mundo tem aquecido menos que o previsto na última década?”. Para Hawkins, uma das respostas poderia ser dada pela concentração de aerossóis na atmosfera. Apesar de na última década não ter ocorrido nenhuma atividade vulcânica significativa, seria possível que as concentrações dos aerossóis na atmosfera não tenham declinado com tamanha rapidez quanto previsto desde 2005, o que pode ter resultado em simulações com temperaturas mais quentes.

Esse descompasso entre teoria, projeções científicas e a natureza dos dados pode ser resultado, por algum motivo inexplicável, de uma defasagem temporal entre o aumento de CO₂ e a elevação das temperaturas em 2000-2010. Ou seja, poderíamos, a partir de agora, questionar as bases teóricas de Tyndall e Arrhenius, que consideram as emissões de CO₂ como causa, e não efeito do aumento das temperaturas. Ou pode ser que o rápido aumento de temperatura verificado a partir da década de 1990 seja um período anômalo. Ou, como sugerem alguns cientistas que não compartilham das teorias do paradigma aquecimentista antrópico, pode ser que o clima reaja às altas concentrações de CO₂ de maneira que ainda não foi significativamente compreendida. Se for confirmada, essa possibilidade poderia ter um significado profundo para a ciência climática, culminado na superação de um paradigma e na intensa disputa para a consolidação de um novo, além de profundas transformações para as políticas ambientais e sociais.

A revista *Época* divulgou um suplemento à edição de 3 de junho de 2013 em que apresenta aos leitores a anomalia verificada pela ciência. A proposta da revista foi alertar para um possível equívoco científico, o qual a revista chama de “uma espécie de ilusão coletiva dos cientistas”, mas procura manter o foco sobre um problema

ambiental que, por mais complexo e deveras incerto, ainda pode ser considerado um problema.

O subtítulo da matéria diz: “Nunca os céticos do aquecimento global pareceram estar tão certos, e nunca estiveram tão errados”. Nos destaques textuais há a afirmação de que existe um consenso científico, e vários elementos que confirmam seu papel que legitimou o aquecimento global como um problema ambiental e que, ao que tudo indica, espera-se que continue sendo.

Figura 29 – Reafirmação do consenso científico pela revista *Época*

O fato de a temperatura não ter acompanhado a escalada do gás carbônico tem levado alguns a supor que a interferência humana no clima tem sido uma espécie de ilusão coletiva dos cientistas. Ou até uma conspiração anticapitalista. Não poderia haver época mais propícia para desacreditar a climatologia. A crise econômica iniciada em 2008 refreou o ímpeto da humanidade em promover a transição dos combustíveis fósseis para a energia limpa. O acordo climático global, que deveria ter sido fechado em Copenhague em 2009, foi postergado para 2015. Desde que Wall Street derreteu, o apoio dos americanos ao financiamento para energias renováveis caiu 21%, segundo uma pesquisa do Centro para Comunicação de Mudança Climática da Universidade de George Mason, nos Estados Unidos. O número de americanos preocupados

**UMA REVISÃO
DE 12 MIL ESTUDOS
CIENTÍFICOS
REVELA QUE
97% DOS AUTORES
CONCORDAM
SOBRE O
AQUECIMENTO**

que acreditam, 49% acham que ele é causado pela humanidade, em comparação com os 57% em 2008. Apenas 45% dos americanos acham que existe consenso científico a respeito.

Por que, então, uma revisão de 12 mil estudos internacionais recém-publicada concluiu que 97% dos cientistas concordam que as mudanças climáticas e o aquecimento global são resultado da atividade humana? Estão loucos? Como explicar, então, a pausa na aceleração do aquecimento da atmosfera nos últimos anos?

“Períodos de aquecimento mais lento podem existir num planeta que continua a aquecer”, afirmou

Hawkins a *ÉPOCA*. “A variabilidade natural do clima pode mudar temporariamente a velocidade da mudança. Períodos com taxas mais lentas são esperados, e com taxas mais rápidas também.” Dados da Organização Meteorológica

Fonte: Revista *Época*, 3 de junho de 2013

A edição ainda procura explicar que, possivelmente, esse calor provocado pelas altas concentrações de CO₂ tenha sido absorvido pelos oceanos. A reportagem fundamenta-se do trabalho de Balmaseda, Trenberth e Kälén (2013) intitulado *Distinctive Climate*

Signals in Reanalysis of Global Ocean Heat Content, na qual os autores analisam dados de 1958 a 2009 da temperatura oceânica para fundamentar tal afirmação.

Os estudos demonstram que, a cerca de 700 metros de profundidade, os oceanos têm aquecido rapidamente, o que é causado por tendências de variabilidade dos ventos de superfície. Há que se considerar vários outros fatores, como erupções vulcânicas e fenômenos dos ENOS, para analisar os dados, o que é pouco considerado pela matéria. Mas, ao afirmar que esse aquecimento das águas dos oceanos possa ser o principal responsável pela desaceleração do aumento de temperatura, a matéria desconsidera o fato de os oceanos serem fontes inesgotáveis de emissão e sequestro de CO₂ e que, quanto mais quente as águas estiverem, mais CO₂ será liberado pelos oceanos. Lembra-se do exemplo da garrafa utilizado pelo professor Maruyama?

Por fim, há um trecho, no texto da Figura 22, em que Hawkins afirma: “períodos de aquecimento mais lento podem existir num planeta que continua a aquecer”, porém essa frase poderia ser facilmente substituída por “períodos de aquecimentos mais rápidos (como os registrados em 1976/1998) podem existir num planeta que continua a resfriar”.

O que se verificamos nesse contexto é a ascensão das teorias aquecimentistas antrópicas como um paradigma para a ciência das mudanças climáticas globais. Analisando os países que mais publicaram nos periódicos científicos por nós discutidos, percebe-se muito facilmente que alguns deles, como Estados Unidos, Reino Unido, Alemanha e, em alguns momentos, a China, ditam as regras da ciência das mudanças climáticas. Se nos aprofundarmos nesses países, perceberemos, ainda, a hegemonia de algumas instituições de pesquisa. Comparando-as com os cientistas do IPCC (WGI), podemos identificar que a hegemonia desses mesmos países e instituições se repete.

No que se refere à produção científica nacional, esse perfil não é muito diferente, destacando-se instituições como o Inpe (CPTEC), a USP e o Inpa, instituições coordenadas pelos mesmos nomes

que colaboram com os relatórios do grupo de trabalho I do IPCC. Porém, cabe uma ressalva para a *Revista Brasileira de Climatologia*, que apresenta uma produção científica mais próxima do paradigma do aquecimento natural, fato que pode ser explicado pelo perfil geográfico dessa publicação e pela possibilidade de sobreposições de paradigmas na ciência humana.

3

A DIVULGAÇÃO E A CONSOLIDAÇÃO DE UMA AGENDA PÚBLICA SOBRE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS

Vistos os conceitos e os discursos científicos, é importante debatermos a forma como a mídia, nesse caso específico a imprensa escrita, aborda a temática das mudanças climáticas e, particularmente, do aquecimento global. Para isso, partiremos da premissa de que a mídia, no que se refere aos problemas ambientais e, consequentemente, ao aquecimento global, é um dos sujeitos legitimadores de uma agenda pública.

Neste capítulo, portanto, construirei a ideia de que a mídia é um dos sujeitos que conferem credibilidade a um tema para que este se torne algo de interesse público. Mais do que isso, buscarei desconstruir a forma como o discurso da mídia é produzido, mostrando que ele parte de pautas preestabelecidas e estão longe de uma imparcialidade política e econômica.

O “construcionismo” é a base fundamental para a discussão deste capítulo. Esse conceito foi depreendido da sociologia ambiental, e, segundo Best (apud Hannigan, 1995), o construcionismo não é útil apenas como posição teórica, mas serve fundamentalmente como ferramenta analítica, sugerindo, para tal, três focos para o estudo dos problemas sociais, sendo: as próprias exigências; os formuladores das exigências; e o processo de criação de exigências, conforme Quadro 2.

No caso específico de nosso objeto de estudo, por assim dizer, as exigências são as mudanças climáticas globais, formuladas principalmente pelos órgãos internacionais como a Organização das Nações Unidas (ONU), por meio de seu comitê científico, o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), enquanto o processo de formulação estabeleceu-se por meio da hegemonia da produção científica em um paradigma no qual o homem é o principal responsável por tais mudanças.

Na transformação das mudanças climáticas em aquecimento global, ou seja, de um conceito científico para um problema ambiental, a mídia é um dos agentes imprescindíveis. Sem a cobertura midiática, é praticamente impossível que problemas ambientais como esses sejam incorporados pelo discurso político. Assim, segundo Hannigan (1995), o papel dos meios de comunicação social como um “educador ambiental” e provedor de agendas públicas torna-se bastante complexo. Para o autor, a mídia atua é como uma pedra basilar que pesa na discussão pública das agendas ambientais, preferindo apresentar um discurso técnico e burocrático, excluindo assim os formuladores de exigências não oficiais.

Para compreendermos melhor o papel da mídia nesse contexto, analisamos as notícias de dois jornais diários – *Folha de S. Paulo* e *O Estado de S. Paulo* –, além de duas revistas semanais – *Veja* e *Época* –, durante o período de janeiro de 2000 a dezembro de 2008.¹

Para compreendermos como a mídia costuma atuar variando no tempo e espaço, apresentaremos um breve perfil dos jornais que analisamos.

O jornal *Folha de S. Paulo* foi fundado em 1921 como um jornal vespertino chamado *Folha da Noite*. O bem-sucedido jornal logo lançou, em 1925, a *Folha da Manhã*. Tratava-se de uma publicação que se opunha aos principais jornais da época, entre eles *O Estado de S. Paulo*, que assumiam um papel mais conservador e representavam as elites rurais da época (Taschner, 1992).

1 Esses dados fazem parte de trabalhos anteriores (Zangalli Jr., 2010) e compõem parte do acervo da biblioteca da FCT/Unesp. No jornal *O Estado de S. Paulo*, porém, não fazem parte do acervo os anos de 2000 e 2001.

Quadro 2 – Tarefas na construção dos problemas ambientais

| | Reunião | Apresentação da tarefa | Contestação |
|---|---|---|--|
| Atividades primárias | <ul style="list-style-type: none"> • Descoberta do problema • Denominação do problema • Determinação das bases de exigência • Estabelecer os parâmetros | <ul style="list-style-type: none"> • Liderar a atenção • Legitimar a exigência | <ul style="list-style-type: none"> • Apelar à ação • Mobilizar o apoio • Defender a posse |
| Fórum central | <ul style="list-style-type: none"> • Ciência | <ul style="list-style-type: none"> • Meios de comunicação social | <ul style="list-style-type: none"> • Políticas |
| Predominância: construção de prova de | <ul style="list-style-type: none"> • Ciência | <ul style="list-style-type: none"> • Moral | <ul style="list-style-type: none"> • Legal |
| predominância: papel (papéis) científico(s) | <ul style="list-style-type: none"> • Identificação das tendências • Testar a teoria | <ul style="list-style-type: none"> • Comunicador | <ul style="list-style-type: none"> • Aplicação da política do analista |
| Potenciais armadilhas | <ul style="list-style-type: none"> • Falta de clareza • Ambiguidade • Conflito de prova científica | <ul style="list-style-type: none"> • Baixa visibilidade • Declínio da inovação | <ul style="list-style-type: none"> • Coadaptação • Fadiga resultante • Compensação das exigências |
| Estratégias para o êxito | <ul style="list-style-type: none"> • Criar um foco experimental • Exigências de correntes de conhecimento • Divisão científica do trabalho | <ul style="list-style-type: none"> • Ligações das questões e causas populares • Utilização de figuras políticas visuais e verbais dramáticas • Táticas e estratégias retóricas | <ul style="list-style-type: none"> • Rede • Desenvolvimento de conhecimento técnico • Abertura de janelas políticas |

Fonte: Hannigan, 1995, p.59

Com a Revolução de 1930, o jornal foi vendido para Octaviano Alves de Lima e mudou o perfil, passando a fazer oposição ao governo Vargas e a defender os produtores rurais. Em 1960, a *Folha da Noite* e a *Folha da Manhã* uniram-se em uma única publicação, surgindo a *Folha de S. Paulo*.

No final da década de 1960, o jornal apoiou o golpe que destituiu João Goulart e estabeleceu um regime militar. Foi acusado de emprestar carros para a repressão da ditadura e teve sua cede deprecada. Em 1972, lançou um editorial, também em oposição ao *O Estado de S. Paulo*, chamado “Presos políticos?”, no qual condenava o tratamento especial dado aos presos políticos, chegando a publicar:

É sabido que esses criminosos, que o matutino O Estado de S. Paulo qualifica tendenciosamente de presos políticos, não são mais que assaltantes de bancos, sequestradores, ladrões, incendiários e assassinos, agindo, muitas vezes, com maiores requintes de perversidade que os outros, pobres-diabos, marginais da vida, para os quais o órgão em apreço julga legítimas todas as promiscuidades. (Gaspari, 2002)

A publicação gerou inclusive crise interna e deixou de ser editada.

Com Abramo assumindo a direção de redação em meados da década de 1970, a *Folha de S. Paulo* passou a ser um espaço de debates públicos do país. A partir da década de 1980, a *Folha* ganhou espaço junto à classe média que ascendeu do “milagre econômico”, assumindo, assim, a defesa dos interesses de uma parcela da população urbana.

O Estado de S. Paulo, o mais antigo ainda em circulação, foi fundado em 1875 com o nome de *A Província de São Paulo*, e somente em 1890, após a Proclamação da República, assumiu seu nome atual.

A fundação desse jornal seguia princípios republicanos e abolicionistas, muito embora o jornal não tenha aderido ao partido republicano, que crescia muito em São Paulo naquela época. Em 1902, Julio Mesquita tornou-se único dono do jornal, que ganhou, além de tudo, um destaque político.

Apoiou em 1930 a candidatura de Getúlio Vargas e, com sua derrota, saudou a revolução de 1930 como o fim de um sistema oligárquico. Porém, não concordando com algumas medidas do governo

de Getúlio, formou uma aliança com o PRP (Partido Republicano Paulista) e articulam a Revolução Constitucionalista de 1932.

O jornal fez oposição ao governo de João Goulart e foi um dos que apoiaram o golpe militar, fazendo um paralelo com a Revolução Constitucionalista. Porém, negou-se a excluir da seção Notas e Informações o editorial “Instituições em frangalhos”, sofrendo represaria do governo militar e transformando-se em um jornal que denunciava os abusos e a censura no país.² Essa seção unia tradicionalmente conservadorismo político e liberalismo econômico, sendo uma das colunas mais contundentes do jornal. Mais recentemente, em 25 de setembro de 2010, o jornal publicou um editorial intitulado “O mal a evitar”, em que fez duras críticas ao então presidente Luiz Inácio Lula da Silva, candidato à reeleição, e apoiou abertamente a candidatura do candidato José Serra.³

A revista *Veja* foi criada no ano de 1968 pelos jornalistas Victor Civita e Mino Carta, sendo mais uma das publicações da Editora Abril S.A. A revista trata de temas como economia, política, guerras e outros conflitos, entre outros. Quando lançada, a revista acumulou prejuízos, chegando a arrecadar mais do que gastava somente dez anos após sua primeira publicação (Baptista; Abreu). Enquanto Mino Carta trabalhava no editorial da revista, esta colocou-se como um veículo de oposição ao regime ditatorial sob o qual vivia politicamente o país, apesar de sua proximidade com a direita política. Porém, como conta o próprio Mino Carta em entrevista na PUC-Campinas, para que um empréstimo de 50 milhões de dólares fosse concedido ao grupo junto à Caixa Econômica Federal, o governo militar negociou a “cabeça de Carta”, ou seja, teriam que demiti-lo, o que resultaria no fim de uma oposição política no editorial da revista *Veja* ao governo ditatorial (Franzini, 2008).

A revista *Época* surgiu na tentativa de preencher uma lacuna no editorial na família Marinho e foi lançada pela Editora Globo

2 Informações obtidas no histórico do próprio jornal. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/historico/>>. Acesso em: 13 jun. 2013.

3 Editorial “O mal a evitar”. *O Estado de S. Paulo* (25 de setembro de 2010). Acesso em: 13 de setembro de 2013.

em 1998. No site da própria revista destaca-se, como missão do editorial, “Fazer um jornalismo que capte o espírito do nosso tempo e ajude a construir o amanhã, converta informação em conhecimento, transforme a confusão em clareza” (*Época*, 2013).

O perfil e a maleabilidade pelos quais se configuram as opiniões dos editoriais de jornais e revistas devem ser lembrados para elucidar que nem sempre os fatos jornalísticos condizem com os fatos cotidianos, científicos, políticos etc., atendendo a interesses do próprio jornal em certos momentos e de agentes políticos e econômicos em outros.

Apesar de a construção de notícias ser muitas vezes influenciada por fatores culturais políticos e econômicos, ela pode ser entendida como uma rotina de organizações e limitações das quais não se deve fugir. Mais do que um fato, a notícia é “o produto de um sistema fixo de trabalho, cuja tarefa é impor um sentido de ordem e previsão no caos de múltiplos e, por vezes, não relacionadas acontecimentos e questões” (Hannigan, 1995).

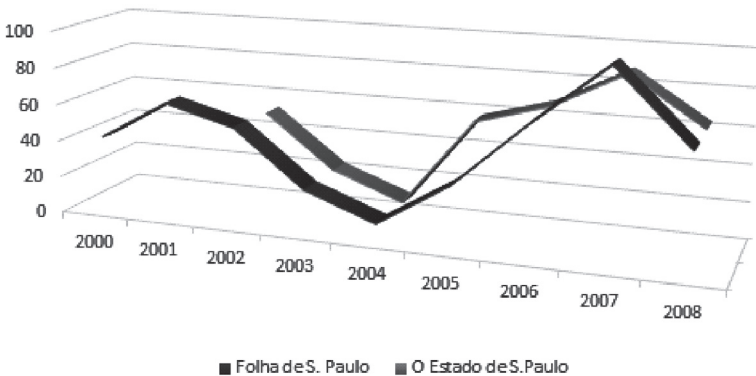
Schlesinger (1978), ao analisar a publicação de notícias da BBC, identificou que a base das emissões diárias era uma rotina de histórias previsíveis, tais como negociações de trabalho, reuniões parlamentares, atividades da família real, resultados esportivos etc.

Nesse sentido, Fishman (1980) notou que, em vez de procurarem por fatos, os repórteres de um jornal diário da Califórnia optaram por notícias oriundas de uma mistura de acontecimentos calendarizados, tais como conferências de imprensa, julgamentos e acontecimentos de importância pré-formulada, como recordes de apreensões e comunicados à imprensa, itens esses cruciais para cumprir os prazos (Hannigan, 1995).

A cobertura do aquecimento global não se distancia dessa análise pré-formulada ou calendarizada, e isso fica evidente se nos debruçarmos sobre a análise de dois anos extremamente relevantes de nossa base de dados. Os anos de 2001 e 2007 foram anos em que o IPCC divulgou seus relatórios e também foram anos em que a quantidade de notícias divulgadas nos jornais diários atingiu picos. Ou seja, a cobertura jornalística no ano de 2000 seguia uma tendência que se extrapolou em 2001 justamente pelo fato de a publicação

do relatório do IPCC ter retomado certa normalidade em 2002, chegando a diminuir gradativamente até 2004. Depois, começou a crescer novamente em 2005, atingiu novamente um pico em 2007 – ano em que novamente o IPCC publicou relatório –, e voltou a cair em 2008, conforme o Figura 30.

Figura 30 – Variação da quantidade de notícias nos jornais diários sobre o aquecimento global



Fazendo um exercício de comparação, veremos que nesses dois anos (2001 e 2007) há uma rotina preestabelecida pela imprensa para cobrir o tema do aquecimento global, uma agenda que possivelmente tenha sido definida *a priori* e teve algumas lacunas preenchidas com eventos específicos. As duas linhas do tempo (Figura 31 e Figura 32) foram criadas a partir dos jornais, uma vez que apresentam informações diárias sobre o tema específico.

Notem que os primeiros meses de ambos os jornais trataram, sob diferentes óticas, especificamente da publicação do relatório do IPCC. No ano de 2001, o foco era na redução das emissões de CO₂ e na ratificação do Protocolo de Kyoto. O que norteou toda a publicação durante esse ano foi, inclusive, o próprio tratado oficial.

Durante as conferências oficiais, a quantidade de notícias aumentou significativamente. Isso fica evidente na linha do tempo do ano de 2007, no qual os meses de novembro e dezembro apresentam grande quantidade de notícias. No caso do ano de 2001, a Conferência das Partes (COP7) aconteceu no mês de novembro.

Entre discursos oficiais, como relatórios e conferências, e consolidação científica, como o “O acordo sobre mudança climática: o consenso por meio da ciência” (*Folha de S. Paulo*, 28 de julho de 2001), aparecem apelos morais com matérias do tipo “População esgota água doce, diz ONU” (idem, 7 de novembro de 2001) e “Combate a gases estufa pode salvar vidas” (idem, 17 de agosto de 2001). Conforme vimos no Quadro 2, o êxito na consolidação das exigências ambientais passa, necessariamente, pela legitimação de provas, e o apelo moral é uma das estratégias utilizadas para tal.

O ano de 2007 segue praticamente a mesma calendarização do ano de 2001, porém o foco é o Brasil e suas metas voluntárias de redução de emissões. Os primeiros meses discutem o relatório do IPCC com a mesma estratégia do ano de 2001, ou seja, com apelo moral. “País ignora seu novo clima, diz cientista”⁴ (idem, 8 de março de 2007) usando como fonte Carlos Nobre do INPE.

No ano de 2007, no entanto, os jornais adotam uma estratégia mais rígida quando se tratam das mudanças climáticas, empreendendo esforço maior em mostrar as consequências das mudanças para as pessoas e, ao mesmo tempo, introduzindo as políticas oficiais de redução de emissões.

O mês de junho daquele ano é emblemático nesse sentido, pois a primeira matéria faz menção às políticas de redução “Bush pede metas contra crise do clima” (idem, 1º de junho de 2007). Em seguida, o foco vai para as consequências do aquecimento do planeta – “Em 10 anos degelo antártico sobe 12%” (idem, 6 de junho de 2007); “Aquecimento adianta primavera ártica” (idem, 19 de junho de 2007) –, voltando à política de reduções como solução para os problemas apresentados com a manchete “Pós Kyoto não pode acabar como Doha, diz britânico” (idem, 25 de junho de 2007) (no caso, o britânico é John Ashton, embaixador para o clima), finalizando com uma matéria trazendo as consequências para o cotidiano brasileiro com a manchete “IBGE registra aumento no nível do mar no Rio de Janeiro e SC” (idem, 27 de junho de 2007).

4 Disponível em <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe0803200701.htm>>. Acesso em: 15 jun. 2013.

Figura 31 – Linha do tempo do ano de 2001 do jornal *Folha de S. Paulo*



Uma das estratégias empregadas pela mídia para atestar a necessidade de agir frente aos problemas ambientais é a utilização de eventos específicos que denotam um apelo moral ou que facilmente sensibilizam. Esse fato fica evidente ao analisarmos a Tabela 6, na qual se verifica o perfil da cobertura jornalística imprimida pelos jornais diários ao aquecimento global. Os impactos causados pela elevação da temperatura compreendem a maior parte das notícias analisadas. Manchetes como “Inundações de lagos subglaciais afetam geleira na Antártida” (idem, 27 de novembro de 2008), que consiste em afirmar que o degelo na Antártica tem sido 8% maior devido ao lagos subglaciais. Ou ainda, “Gelo do ártico pode sumir em 5 anos” (*O Estado de S. Paulo*, 6 de julho de 2008).

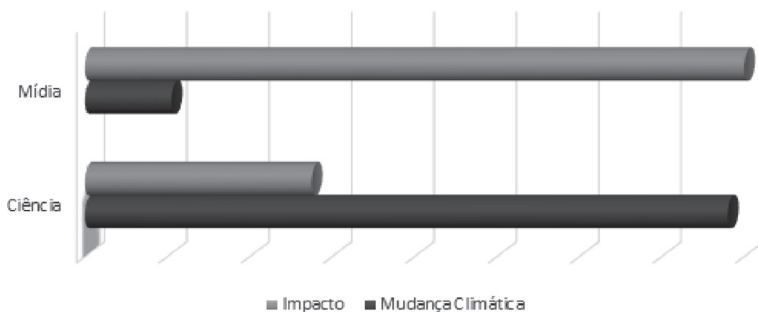
Tabela 6 – Quantidade de matérias segundo classificação de interesse

| | <i>Folha de S. Paulo</i> | <i>O Estado de S. Paulo</i> |
|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Conferências internacionais | 169 | 126 |
| Pesquisas científicas | 34 | 34 |
| Impactos | 168 | 138 |
| Mitigação | 28 | 16 |
| Mudanças climáticas | 11 | 10 |
| Visão cética | 6 | 6 |
| Economia | 31 | 30 |
| Total | 447 | 360 |

A pouca quantidade de notícias relacionadas ao perfil estritamente científico é um fator relevante a ser destacado. Esse fato confere à cobertura midiática um caráter banal. Se compararmos aqueles conceitos que identificamos nas publicações científicas, e discutidos no Capítulo 2, com o perfil da mídia, não encontraremos uma relação que justifique esse posicionamento.

A maior parte da produção científica caracteriza-se pelo debate sobre as mudanças climáticas e sobre a mitigação dos problemas causados pelo aquecimento global, enquanto na mídia o principal foco está nos impactos, conforme Figura 33.

Figura 33 – Relação entre produção científica e divulgação midiática



Os jornalistas, segundo Hannigan (1995), têm pouca paciência para os debates científicos, quer exista ou não perigo nisso. Um bom exemplo da distância entre conceitos científicos e mídia é a matéria do dia 28 de novembro de 2005 do jornal *O Estado de S. Paulo*, que, ao estampar em suas páginas uma entrevista com Alberto Figueiredo Machado, negociador chefe do Brasil na COP 11, com a manchete “Mundo começa a definir o Protocolo de Kyoto”, mostra um glossário no qual são definidos alguns conceitos científicos, como o de mudança climática, que o jornal conceitua da seguinte maneira: “Conjunto de alterações dos padrões climáticos em decorrência do aquecimento global. Os riscos incluem aumento do nível do mar”, completamente fora dos padrões definidos pelo próprio IPCC e pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), que se define como

todas as formas de inconstâncias climáticas, independentemente da sua natureza estatística, escala temporal ou causas físicas. Pode ser considerada como qualquer alteração de um dos principais elementos do clima que persista por mais de 30 anos. (OMM apud Sant’Anna Neto, 2008)

Outro exemplo de banalização produzida pela mídia é a matéria cujo título diz “Aquecimento Global faz tubarão gigante migrar”, na qual afirma que o aumento da concentração de plâncton no mar

da Escócia, causado pelo aquecimento global, fez com que tal tubarão migrasse para essa região em busca de alimentos. Mas, de fato, migrações e adaptações ao meio são relatos presentes nos periódicos de biologia antes mesmo da polêmica do aquecimento global tomar o foco científico do planeta.

Ainda no que se refere à questão dos eventos como forma de apelo midiático, Onça (2011) apresenta trabalhos em que a preferência por eventos e pela dramaticidade denotada a esses assume um tom até certo ponto apocalíptico. Ao analisar a cobertura midiática sobre o naufrágio do navio Braer em 1993, Richard North (1995) notou uma acentuada preferência pela dramaticidade criada por agências protetoras, em comparação aos discursos políticos, afirmando:

Um comentário da organização Greenpeace parece ter vários méritos jornalísticos primordiais. Frisa a possibilidade do desastre ecológico. Vem do coração. É sucinto e compreensível. Vem de pessoas que não fazem parte da “ordem estabelecida”. A mídia e o Greenpeace compartilham uma compreensão do mundo. As coisas dão errado porque os grupos de interesses são descuidados, e continuam a correr mal por causa dos acobertamentos favorecidos por esses interesses. Nem a mídia nem o Greenpeace jamais admitem que também eles sejam grupos de interesses, com leitores e adeptos a quem manter entretidos e empolgados. (North, 1995 apud Onça, 2011, p.7)

Com as revistas semanais, o perfil não muda muito. Tanto a revista *Veja* quanto a *Época* apresentam sensacionalismo que se justifica com a preocupação do futuro climático do planeta. A capa da revista *Veja* de 12 de outubro de 2005 (Figura 25) é sintomática em relação a isso, com uma imagem do planeta em forma de laranja sendo esmagada e destruída pelo seu espremedor de laranjas, algo bem cotidiano e fácil de assimilar. Associadas a isso, frases pontuais como “o contra-ataque da natureza, novos vírus e epidemias” reafirmando o fato de a natureza ser “traíçoeira”; a qualquer momento

you can be the next to suffer such natural disturbance distorted by human action. The “Real and immediate danger” announced by the title of the article treats nature simply as a large “service provider to humanity”, leaving us with a subtle impression that the article, besides being persuasive, has an economic character.

Figure 34 – The Earth at the limit.



Source: Revista *Veja* n.41, ano 38, edição 1926, de 12 de outubro de 2005

But, returning to the role of the media as a legitimate subject of public agendas on global warming, we verify the need to discuss four specific elements for this to occur.

O primeiro faz menção à associação dos problemas com termos que ressoam nos conceitos culturais existentes. Isso significa não questionar o paradigma social existente e, mas, em vez disso, situar as mensagens ambientais em imagens que têm um reconhecimento mais amplo e o apoio da população-alvo. Isso fica claro na matéria da revista *Época* intitulada “Compras para salvar o mundo”, retratada pela Figura 35, na qual os consumidores estariam punindo ou premiando as empresas pela sua postura frente aos problemas ambientais. Matérias desse tipo remetem a um consumidor consciente que, ao sair às compras, possui um aparato de opções a sua volta para conhecer ou não as ações sociais e ambientais de cada empresa. Mas se o consumidor não consegue estabelecer uma ordem de consciência nem no que se refere a sua própria exploração do trabalho, será mesmo que ele tem consciência das ações de combate aos problemas ambientais? Certamente que não, mas o objetivo aqui é simplesmente a sensibilização frente a um problema ambiental específico, no caso, o aquecimento global.

Figura 35 – Militantes do consumo



Fonte: Revista *Época*, n.392, 21 nov. 2005

O segundo elemento refere-se à necessidade de o problema ambiental estar articulado por meio das agendas política e científica, correndo o risco, caso não atenda a esse requisito, de não se legitimar como um problema na agenda dos meios de comunicação social. O aquecimento global, no entanto, está muito bem articulado dentro dessas agendas. Isso pode ser facilmente verificado pela grande quantidade de notícias relacionadas às conferências internacionais (169 notícias na *Folha de S. Paulo* e 126 no *O Estado de S. Paulo*).

A preocupação em mostrar, além de uma posição científica, um consenso único que legitima aquele problema também não passa despercebida na mídia. Há manchetes – como “O acordo sobre mudança climática: consenso por meio da ciência” – em que os órgãos científicos oficiais são destacados: “Cientistas organizaram o processo de análise de forma a colocar as evidências em primeiro lugar, forçando políticos a confrontar a realidade”.

Os detalhes desse vasto esforço científico oferecem lições sobre como abordar outros problemas globais. Em 1988, duas agências das Nações Unidas estabeleceram o Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC, na sigla em inglês), ressaltando ainda que,

Por causa do trabalho meticuloso do IPCC, o mundo conseguiu ir além das habituais trocas de insultos e debates sectários, de forma a alcançar uma compreensão do que verdadeiramente está em jogo em relação à mudança climática causada pelo homem [...] a credibilidade da ciência triunfou sobre interesses financeiros. (*Folha de S. Paulo*, 28 de julho de 2001)

Um terceiro elemento, destacado por Hannigan (1995), é que os problemas ambientais que representam um “drama social” têm muito mais chances de captar a atenção da mídia. Tratam-se daqueles problemas em que alguns personagens aparecem como heróis, e outros, como vilões. No caso do aquecimento global, esse não se torna um trabalho fácil, já que os vilões são os próprios homens.

Talvez por isso o aquecimento global só se torna um problema de fato para a mídia com o verão excepcional de 1988.

Mas esse drama também é facilmente roteirizado, afinal, “cria-se” o problema que precisa ser solucionado. Nesse caso, a ação antrópica precisamente passa de vilão a vítima e, por fim, para herói. As imagens, em casos como esses, têm mais capacidade de impacto do que as palavras. É então que surgem capas que, além de sensibilizar, remetem à sensação de indignação necessária para agir. As capas da revista *Veja* de 21 de junho de 2006 e de 16 de dezembro de 2009 são emblemáticas nesse sentido.

Figura 36 – Os sinais do apocalipse



Fonte: Revista *Veja*, ed.1961, 21 de junho de 2006; *Veja*, ed.2143, 16 de dezembro de 2009

Um quarto elemento, ainda segundo Hannigan, é a associação do problema ambiental com o presente, em vez de com um futuro distante. As projeções científicas para o clima apontam aquecimento, elevação dos oceanos e derretimento de geleiras em cinquenta e até mesmo cem anos futuro, mas a estratégia da mídia é com o atual momento. A manchete do dia 14 de outubro de 2005 no jornal *O Estado de S. Paulo* informava: “Esse deve ser o ano mais quente da

história”. A *Folha* repercutiu no mesmo dia a mesma matéria que tinha como fonte a Nasa: “2005 deve ser o ano mais quente, diz grupo”.

Retomando a proposta do quadro inicial deste capítulo (Quadro 2), notem que, para a construção da prova, ou seja, para legitimar um problema ambiental, a mídia utiliza apelos morais que pouco ressoam no paradigma social existente. Outra observação possível sobre tal fato encontra-se nos padrões utilizados pela mídia. Abramo (2003), em um de seus ensaios, apresenta os padrões de manipulação da imprensa, afirmando que esse fenômeno marca a essência dos procedimentos gerais adotados no cotidiano das formulações de notícias.

Logo, são apresentados quatro padrões de manipulação para a mídia em geral. O primeiro faz menção ao Padrão de Oculação e, sem dúvida, é um dos padrões de manipulação mais perigosos. Trata-se da escolha do que é e do que não é um fato jornalístico. Assim, a mídia, ao definir em sua pauta aquilo que entende que deve ser noticiado, oculta, intencionalmente, parte da realidade, e, como afirma Abramo (*ibidem*, p.25), “não se trata, evidentemente, de fruto do desconhecimento, e nem mesmo de mera omissão diante do real. É, ao contrário, um deliberado silêncio militante sobre determinados fatos da realidade”.

Definida a parcela da realidade que será estampada pelas principais manchetes, encontramos um novo padrão de manipulação: a fragmentação. O padrão de fragmentação descontextualiza a matéria apresentando um fragmento da realidade não como uma totalidade, em suas diversas dinâmicas, processo e fenômenos, suas causas e condições.

Depois de selecionar e fragmentar a realidade, Abramo (*ibidem*) apresenta o Padrão de Inversão, que define a ordem e a importância das partes fragmentadas, a substituição e a destruição da realidade. Assim, o secundário é apresentado como o principal, o texto passa a ser mais importante que o fato que ele reproduz. O fato, inclusive, é reduzido à versão, ou seja, não é o fato que importa, mas sim a versão adotada pela mídia.

Tomando a versão pelo fato e analisando as notícias veiculadas pela mídia sobre o aquecimento global, podemos identificar facilmente alguns extremos desse padrão de inversão. O primeiro deles, o *fratismo*, abusa da utilização de frases ou de pedaços de frases sobre uma realidade para substituir a própria realidade. A revista *Época* em 10 de outubro de 2005 apresenta uma matéria intitulada “Até o Rio Negro está secando” (edição/n.386) repleta desse artifício. O autor utiliza frases do tipo “as consequências do aquecimento global já estão acontecendo”, que, além de descontextualizada, retoma a necessidade de associar o problema com o tempo presente. Outra frase que merece destaque é “pode parecer pequena a diferença de temperatura. Mas para o planeta é enorme”.

Ainda de acordo com Abramo (*ibidem*), outro extremo da inversão do fato pela versão é o *oficialismo*. No lugar do fato, uma versão, mas, de preferência, uma versão oficial, que, no caso do aquecimento global, certamente será o IPCC. No final da matéria, a revista traz um quadro onde busca, além de mostrar os impactos presentes e futuros do aquecimento do planeta, conferir à matéria um caráter inquestionável. O Quadro 3 procura mostrar a “nova geografia” nos informando que o aquecimento do planeta pode mudar a geografia que conhecemos hoje, inclusive com seca em um dos lugares mais úmidos do Brasil.

Com isso, o leitor é induzido a enxergar a realidade não como ela é, mas como o induzem a pensar. É o que Abramo (*ibidem*) chama de Padrão de Indução. A indução é resultado da combinação de outros padrões de manipulação e se expressa no texto

pelo reordenamento ou pela recontextualização dos fragmentos da realidade, pelo subtexto da diagramação e da propagação, das manchetes e notícias, dos comentários, dos sons e das imagens, pela presença/ausência de temas, segmentos, do real, de grupos da sociedade e de personagens. (*ibidem*, p.34)

Por fim, nota-se que a mídia constitui-se como um agente legitimador dos problemas ambientais, apropriando-se dos eventos

Quadro 3 – Versão oficial apresentada pela mídia

| A nova Geografia | | |
|--|---|---|
| O que se previa há dez anos | Como a Terra já mudou | As consequências para nossa vida |
| <p>O clima ficará mais quente, alterando as tradicionais divisões entre zonas temperadas e tropicais do planeta. Mesmo que um ou outro ano seja eventualmente mais frio, a média geral será mais alta.</p> <p>As geleiras localizadas nas montanhas serão reduzidas. O derretimento vai provocar enchentes nas cidades localizadas em vales dos Andes e do Himalaia.</p> <p>Parte da Antártida e da Groenlândia derreterá. O deslocamento dessa grande massa de gelo, que estava em terra firme, elevará o nível do mar.</p> | <p>A média de aquecimento do planeta foi de 0,6 °C nos últimos cem anos, a maior do milênio. Os últimos dez anos, com exceção de 1996, foram os mais quentes registrados desde 1861.</p> <p>Das dez maiores geleiras de montanhas, oito apresentaram derretimento mais rápido nos últimos cinco anos do que nas quatro décadas anteriores.</p> <p>O derretimento de geleiras na Antártida contribui com cerca de 0,2 milímetro por ano no aumento do nível do mar, e a Groenlândia com 0,1 milímetro. Estima-se que o nível do oceano tenha aumentado entre 10 e 20 centímetros no século XX.</p> | <p>Áreas originalmente temperadas, como a Flórida, já sofrem com doenças tropicais, como malária, típica de regiões quentes e úmidas. No ano passado, os furacões Charles, Frances, Ivan e Jeanne atingiram o estado e causaram US\$ 30 bilhões em prejuízos, na temporada de furacões mais cara da história até então.</p> <p>A geleira da Montanha Gernsstock, nos Alpes suíços, foi coberta com um colchão térmico artificial durante o último verão.</p> <p>A elevação média de 1,1 milímetro por ano no nível do mar em Santos pode ser a causa das ressacas violentas que têm atingido a cidade. Em maio, ondas derrubaram as muretas de proteção da praia e invadiram garagens de prédios.</p> |

Continua

Quadro 3 – Continuação

| A nova Geografia | | |
|---|--|--|
| O que se previa há dez anos | Como a Terra já mudou | As consequências para nossa vida |
| Os solos congelados próximos ao Polo Norte vão derreter. O gelo flutuante do Ártico vai derreter, mudando correntes marinhas. Parte do Atlântico Norte ficará mais fria. | A espessura da camada de gelo do Ártico está 40% menor durante a primavera e o verão do que há trinta anos – derrete cerca de 8% por década. Nesse ritmo, no verão de 2060 não haverá mais nenhum gelo. | O aumento de 2 °C na temperatura em áreas de solo congelado no norte da Rússia, como na região de Yakutsk, levou a uma diminuição de 50% da resistência do solo. Cidades inteiras estão ruindo. |
| O aquecimento da temperatura na superfície dos oceanos aumentará a incidência e a força dos furacões. Áreas que não tinham furacões poderão passar a sofrer com o fenômeno. | Pesquisas recentes indicam que a frequência e a intensidade dos furacões de categoria 4 e 5, os mais fortes, quase dobraram em trinta anos. Nos últimos vinte anos, o número de desastres naturais mais que dobrou. São cerca de oitocentos por ano. | Indaiatuba, no interior paulista, foi atingida neste ano por um tornado que causou prejuízos de R\$ 97,2 milhões. No ano passado, um furacão atingiu parte da costa de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul e causou prejuízo de mais de R\$ 1 bilhão. Foi o primeiro fenômeno desse tipo a acontecer no Atlântico Sul. |
| A Floresta Amazônica ficará mais quente e, talvez, mais seca e, portanto, vulnerável a queimadas. Partes dela poderão virar quase um cerrado. | A temperatura média da região amazônica aumentou 0,56 °C nos últimos vinte anos. | Quatro municípios decretaram estado de emergência na semana passada devido ao baixo nível dos rios Solimões e Negro, que está em 16 metros, índice quase tão baixo quanto o recorde histórico, de 1963. |
| Fontes: Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) e Munich Re | | |

Fonte: Revista *Época*, edição/n.386, 10 de outubro de 2005

climáticos específicos, apresentando um discurso científico paradigmático e contribuindo assim para a consolidação do aquecimento global como um problema ambiental legítimo e digno de ações de mitigação que por ventura só serão possíveis com a internalização dos problemas ambientais pela economia e, conseqüentemente, com uma mercantilização do clima.

O perfil histórico dos jornais e revistas nos mostra que esses veículos de comunicação não se isentam de posicionamento político e econômico e que, de fato, atuam na consolidação de um sistema hegemônico que atenda aos interesses primeiramente de seus próprios ideais e de segmentos políticos e econômicos. A imparcialidade jornalística praticamente não existe, e a realidade retratada não é a mesma em que vive a maior parte da sociedade. Com os problemas ambientais, a cobertura jornalística não difere muito da tradicional, ou seja, atende a diversos interesses. Mas, nesse caso específico, a mídia atua como um legitimador de uma agenda pública para o problema ambiental do aquecimento global como um sujeito ativo na construção da realidade.

A visibilidade é parte integrante para que um problema se torne um problema ambiental, e a mídia assume tal papel por meio de uma série de artifícios, como rotinas de notícias preestabelecidas ou calendarizadas, e utilizando como fonte os principais cientistas do paradigma aquecimentista antrópico.

4

A CIÊNCIA CLIMÁTICA NO CONTEXTO DA ESCOLA BÁSICA

Compreender o tema das mudanças climáticas no processo de ensino e aprendizagem nos remete ao fato de que a educação é, entre outras coisas, uma forma de intervenção na realidade. Nesse sentido, é na escola que o tema encontra a possibilidade de debate entre diferentes vertentes científicas e ideológicas, porém o professor é um cidadão comum que também está exposto à grande quantidade de informações veiculadas pelas diversas formas de mídia. Será, então, que este reproduz esse conhecimento sem crítica?

De maneira mais reflexiva do que conclusiva, de fato, trabalharei este capítulo no intuito de compreender o que se passa dentro dos muros da escola. Claro que esta é uma etapa mais que complexa e demandaria muito mais tempo do que dispus para realizá-la, porém, servirá para refletir sobre o papel da Geografia no ensino básico.

Dessa forma, foi por meio de entrevistas com professores da rede pública e privada de ensino, e respaldando-me na metodologia da análise de conteúdo proposta por Bardin (1977) e Franco (2008), que estruturei este capítulo. Assim poderemos refletir sobre nosso papel enquanto docentes e sobre as possibilidades e os limites dessa profissão.

Ensinar é uma atividade especificamente humana, na qual o principal objetivo é a aprendizagem dos alunos. Há de se consi-

derar, no entanto, que as pessoas carregam consigo uma série de crenças e valores éticos e morais que influenciam nesse processo, seja por parte dos professores ou dos alunos. Em uma era científico-informacional como esta, a escola deixou de ser a única fonte de saber dos alunos. Os professores precisam conviver com essa contemporaneidade existente em sua prática docente, procurando articular os conteúdos e os meios tradicionais da escola com toda essa quantidade de informação disponível nos novos meios de comunicação, mediando e sistematizando a construção do conhecimento do aluno.

Uma informação pode ter diferentes interpretações por parte dos alunos, cabendo ao professor, a partir de sua formação e de seus conhecimentos sobre os conteúdos específicos, orientar os alunos a compreender determinados conceitos. Sendo assim, responder à questão de como os professores estão incorporando essas diversas informações produzidas pela ciência e pelas mídias na criação de sua própria concepção sobre o aquecimento global será fundamental para identificar a maneira como os alunos estão aprendendo sobre o tema.

O material utilizado pelos professores na rede pública de ensino apresenta um conteúdo extremamente interessante de ser explorado. O principal conteúdo analisado foi o caderno do professor da 7ª série/8º ano do Ensino Fundamental II, especificamente no 3º bimestre do ano letivo.

Se olharmos o sumário do módulo, deparamos com um roteiro. O ponto de partida é a apropriação desigual dos recursos naturais dentro do sistema capitalista de produção, ou seja, expõe a origem dos problemas ambientais de acordo com seu devido contexto. A Situação de Aprendizagem 2 explora questões sobre o desmatamento e a poluição dos rios. Em seguida, estabelece um resgate político dos problemas ambientais com uma situação de aprendizagem que aborda o Clube de Roma, até a noção de desenvolvimento sustentável, e, por fim, contrapõe desenvolvimento com alterações climáticas fazendo uma análise do Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008 da Organização das Nações Unidas (ONU),

sobre a ótica de um discurso oficial como aquele utilizado pela mídia e fundamentado na ciência.

Figura 37 – Sumário do caderno do professor da rede pública de ensino

SUMÁRIO

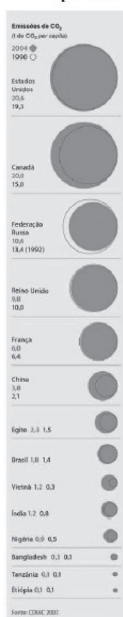
| | |
|---|----|
| Ficha do Caderno | 7 |
| Orientação sobre os conteúdos do volume | 8 |
| Situações de Aprendizagem | 11 |
| Situação de Aprendizagem 1 – A apropriação desigual dos recursos naturais | 11 |
| Situação de Aprendizagem 2 – Desmatamento, poluição dos rios e da atmosfera | 23 |
| Situação de Aprendizagem 3 – Do Clube de Roma ao desenvolvimento sustentável | 29 |
| Situação de Aprendizagem 4 – Alterações climáticas e desenvolvimento: análise do <i>Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008</i> | 37 |
| Propostas de questões para aplicação em avaliação | 42 |
| Propostas de Situações de Recuperação | 44 |
| Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno para a compreensão do tema | 47 |
| Considerações finais | 48 |

A Situação de Aprendizagem 4 – “Alterações Climáticas e desenvolvimento: análise do Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008” (Figura 38) – tem como objetivos analisar criticamente as implicações ambientais dos usos da tecnologia por meio de aspectos da realidade socioambiental em suas diversas escalas. A “escolha” pelo relatório da ONU denota ao mesmo tempo um caráter científico e político ao texto, sendo possíveis diferentes abordagens em diferentes escalas de análise. O objetivo do texto é mostrar como o aquecimento global tem sido produzido e quem de fato sofrerá os efeitos disso.

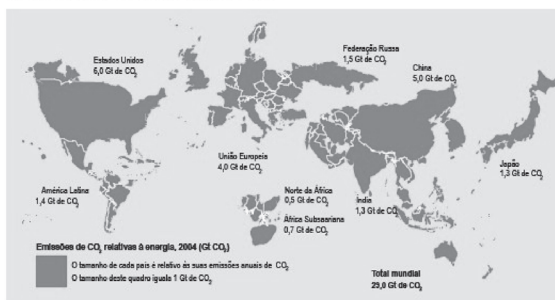
O material mostra um mapa anamórfico das emissões de gases do efeito estufa no mundo e, em seguida, debate a “pegada de carbono”, que seria a quantidade de CO₂ emitida dividida pela população de cada país. O conteúdo sugere que os países desenvolvidos tecnologicamente são os maiores responsáveis pelo aquecimento, porém serão os países mais pobres os mais afetados pelas consequências disso.

Figura 38 – Mosaico do conteúdo do caderno do professor da rede pública de ensino

Países desenvolvidos: “pegadas de carbono profundas”



Registro da variação global das emissões de CO₂



Atualmente, os povos mais pobres do mundo são também os mais afetados pelas alterações climáticas. Cerca de 98% das 262 milhões de pessoas que foram diretamente afetadas por desastres climáticos (tais como secas, enchentes e inundações) entre 2000 e 2004 viviam em países subdesenvolvidos.

Os países mais ricos contam com um sofisticado aparato tecnológico para lidar com as alterações climáticas. Verões mais quentes e longos, por exemplo, podem ser enfrentados com a utilização massiva de aparelhos de ar-condicionado. Cidades como Londres, Los Angeles e Nova York poderão enfrentar riscos caso o nível do mar suba, mas os habitantes estarão resguardados por elaborados sistemas de defesa contra inundações.

Nos países e regiões mais pobres do mundo, em contraste, quando o aquecimento global altera os padrões meteorológicos, as colheitas são destruídas e as pessoas passam fome. Isso ocorre, por exemplo, quando tempestades muito mais intensas provocam enchentes que atingem os vales fluviais densamente povoados da Índia ou de Bangladesh, ou quando a seca assola as comunidades rurais da Etiópia e do Quênia.

Elaborado especialmente para o São Paulo faz escola. Fonte dos dados: PNUD. *Relatório de desenvolvimento humano 2007/2008 – Combater as alterações climáticas: solidariedade humana num mundo dividido*. Coimbra, Portugal: PNUD/Ipad, 2007. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10361/10361>>. Acesso em: 12 mar. 2013.

Na rede privada, o perfil do material didático não muda muito. A principal fonte continua sendo o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). No apostilado de uma das escolas parti-

culares, por exemplo, o conteúdo é abordado no território nacional com um capítulo chamado “As mudanças climáticas e suas repercussões no Brasil”.

Como a proposta pedagógica da rede privada é diferente daquela do ensino público, que, pelo menos no material, se propõe construtivista, os exercícios propostos aos alunos são um bom parâmetro para entender o referencial adotado. Isso fica claro com questões do tipo “segundo o IPCC, o que pode mudar no clima do Brasil?” e “hoje não restam dúvidas: o principal responsável pelas mudanças climáticas e ambientais é o próprio _____?”, conforme se verifica na Figura 39.

Figura 39 – Questões sobre mudanças climáticas na rede privada de ensino

GEÓGRAFIA **El** **Módulos 45 e 46** **As mudanças climáticas e suas repercussões no Brasil / Domínios morfoclimáticos e as formações vegetais do Brasil**

Exercícios Complementares no Portal

1 Segundo o IPCC, o que pode mudar no clima do Brasil?

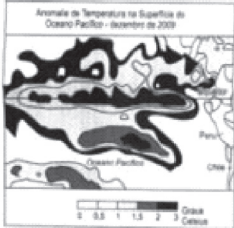
2 As culturas de produtos perenes, se o ritmo das chuvas mudar, terão que migrar para áreas de climas mais _____, como o _____, e as culturas temporárias para a Região _____.

3 Um aquecimento fora do normal nas águas do Atlântico Norte promoveu _____ e causou a pior seca em décadas na _____, deixando comunidades sem água e sem comida.

4 Hoje não resta dúvida: o principal responsável pelas mudanças climáticas e ambientais é o próprio _____, e é _____ ele que precisa encontrar soluções urgentes para evitar grandes catástrofes.

5 (UNICAMP)

Anomalia de Temperatura na Superfície do Oceano Pacífico - dezembro de 2009



O El Niño é um fenômeno atmosférico-oceânico que ocorre no Oceano Pacífico Tropical e que pode afetar o clima regional e global, porque altera padrões de vento em nível mundial. Desse modo, afeta regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias. Com o auxílio da figura anterior, responda às questões:

(Adaptado de <http://ens.cptec.inpe.br/>)

a) O que acontece com a temperatura das águas do Oceano Pacífico quando ocorre o El Niño? Qual a razão para esse fenômeno ser denominado El Niño?

b) Nos anos em que esse fenômeno ocorre, qual a consequência para a atividade pesqueira do Peru? Qual a alteração do tempo no Nordeste brasileiro?

Já em outro colégio particular, não foi encontrado nenhum material sobre mudanças climáticas. Inclusive, um dos professores dessa escola respondeu, nas entrevistas, que não havia um conteúdo específico para tal tema, mas que este se encontrava inserido no debate dos problemas ambientais globais ou quando trabalhados os problemas ambientais urbanos. Porém, foi citado por um dos

professores que o colégio distribuía, como material de apoio, o jornal *Mundo*, da editora Pangea, um jornal sobre Geografia e política internacional, conforme eles mesmos se intitulam.

Ao analisarmos o conteúdo desse material de apoio sobre aquecimento global, encontramos um perfil interessante. No ano de 2007, por exemplo, o jornal traz uma manchete intitulada “A terra vai arder, profetiza o IPCC”, na qual faz uma análise do quarto relatório científico (AR4), publicado naquele ano pelo IPCC, sob um aspecto extremamente crítico. O subtítulo “O apocalipse” traz uma ironia muito interessante, por exemplo, ao contextualizar o debate e inserir visões teóricas distintas. O quadro termina com a seguinte frase “Sobretudo, a tradução do relatório pela mídia virtualmente ignorou os cientistas que discordam do IPCC. Mas, eles existem e também são gente séria. Mas, gostamos muito de apocalipse. Especialmente na sua versão ecológica...” (Candelori, 2007, p.6-9).

Figura 40 – Jornal *Mundo*, material de apoio utilizado na rede privada de ensino

MUNDO
Geografia e Política Internacional

ANO 15 Nº 1 MARÇO/2007
TRAGEM: 28 000 EXEMPLARES

A TERRA VAI ARDER, PROFETIZA O IPCC

E mais...

- Editorial – Enquanto o garoto João Hélio, de 6 anos, era habilmente arrastado até a morte atrás de um carro roubado, os mortos do Rio de Janeiro assistiam à guerra das milícias com o nanocrático. A cidade tornou-se terra de ninguém. **Pág. 3**
- No Pentágono elaboram-se planos para um eventual ataque ao Irã. Mas Israel parece à frente dos Estados Unidos, e já tem mão-pronto. No papel. **Pág. 3**
- O venezuelano Hugo Chávez proclamou a invenção de um “novo socialismo”, muito diferente dos socialismos dos séculos XIX e XX. Os chavistas sabem dizer o que não é, mas nada dizem sobre o que é o “socialismo do século XXI”. **Pág. 4**

5
Nas últimas décadas, os relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) alertam para os riscos do aquecimento global e sugerem que é decisiva a contribuição humana nas alterações do sistema climático do planeta. O relatório mais recente, de fevereiro, provocou comoção inédita pois as previsões tornaram-se mais agudas e o tom, quase apocalíptico.

Jacques Chirac, o presidente da França, exprimiu um sentimento mais vasto ao pedir a criação de uma Autoridade Mundial do Clima, algo como um governo planetário para o aquecimento global. Os franceses não gostavam da ideia de “governos mundiais” e, tradicionalmente, prezam a soberania nacional. Mas Chirac ficou impressionado – e, certamente, apressou para escapar Washington, um esporte que pratica com desenvoltura desde a invasão americana do Iraque, em 2003.

Surpreendentemente, pela primeira vez, o governo George W. Bush recebeu com palavras elogiosas um relatório do organismo. Os Estados Unidos continuam a recusar o Protocolo de Kyoto, mas agora articulam uma iniciativa internacional para o clima, junto com parceiros asiáticos.

O IPCC tem autoridade. É um misto de congregação científica mundial e colégio de burocratas indicados pelos governos naci-

Assim, conhecendo o conteúdo aos quais esses professores estavam “submetidos” em seu cotidiano, adentrei o universo escolar para realizar entrevistas com tais profissionais das escolas públicas e privadas de Presidente Prudente para entender como eles abordam o tema.

Para responder à nossa questão do início deste capítulo, o material contendo o conteúdo dessas entrevistas foi separado por categorias. Foram criadas quatro categorias, agrupando elementos similares nas respostas dos professores.

A primeira categoria nos permite compreender “Como os professores entendem os conceitos de mudança climática e aquecimento global”; a segunda categoria identifica nas respostas elementos similares sobre “Como os professores estão transmitindo tais conceitos para os alunos”, sua didática, especificamente. Assim, o professor pode desmistificar muitos fatos e conteúdo tratados pela mídia, levantar questões, debater, enfim.

Como um ponto fundamental que figura ora como plano de fundo, ora como elemento fundamental neste livro é a escala, não poderia faltar uma categoria que a abordasse. Essa categoria, que nos dará elementos que permitirão perceber se essa é uma preocupação também do ensino de Geografia, é a categoria “Questões de escala”; e, por fim, há uma categoria mais geral para identificar os “Discursos políticos, econômicos, responsabilização do clima por problemas ambientais (mitigação e impactos)”.

Outro ponto que deve ser ressaltado é que, pela regra da similaridade e homogeneidade do método de Análise de Conteúdo, as entrevistas realizadas nas escolas públicas serão analisadas separadamente daquelas realizadas nas escolas particulares. Isso permitirá identificar se há ou não singularidades no tratamento dado ao tema por cada sistema de ensino.

A primeira categoria ficou da seguinte forma:

Quadro 4 – Como os professores entendem os conceitos de mudança climática e aquecimento global na rede pública de ensino

| Professor | Análise das respostas |
|-----------|--|
| 1 | Não faz distinção entre o conceito de mudança climática e o de aquecimento global. Diz ainda: “Eu trabalho as mudanças climáticas tanto do ponto de vista natural quanto fruto das alterações humanas”. |
| 2 | Não faz distinção entre o conceito de mudança climática e o de aquecimento global. Diz ainda que: “pode ser um <i>ciclo natural</i> do planeta” ou “pode ser uma <i>consequência do efeito estufa</i> ”. |
| 3 | Não faz distinção entre o conceito de mudança climática e o de aquecimento global. Diz ainda: “algumas pesquisas que apontam alterações no clima. <i>Tem os dois lados</i> , os que defendem que está ocorrendo o aquecimento global, uma mudança no clima, e os que acham que isso é uma característica geral do clima que está em constante transformação e que na verdade estaria caminhando para um resfriamento”. |
| 4 | Não faz distinção entre o conceito de mudança climática e o de aquecimento global. Diz ainda que: “São os fenômenos que vêm se modificando através, principalmente, do uso de tantos minerais fósseis, principalmente o petróleo”; “são as mudanças que vêm ocorrendo e afetando todo o nosso planeta”. |
| 5 | “Quando se fala em mudança climática, a primeira coisa que vem à mente é o aquecimento global”; “trabalhamos com o aquecimento global e o efeito estufa.” |
| 6 | Apresenta elementos que caracterizam uma diferença conceitual. “Trata-se de alterações em todo o clima da terra por várias razões”. Mostra domínio das duas correntes: “entendo também que o próprio meio é capaz de gerar um desequilíbrio, não é só homem, a própria natureza em seu processo. em seu ciclo de existência”. |
| 7 | Não difere os conceitos de mudança climática e aquecimento global. Conhece as duas correntes científicas, mas aborda uma única versão: “procuo mostrar pra eles a evidencia dos fatos, que tudo é verdade, que o aquecimento ele existe, <i>embora existam correntes que mostrem ao contrário</i> ”; “o principal responsável por isso é o homem, esse é o meu ponto de vista”. |
| 8 | Não apresenta clareza conceitual nem domínio científico. “Procuo sempre falar pra eles que a mudança climática ela vai afetar desde uma escala local, por exemplo, sua casa, sua rua, seu bairro, até uma escala global, o planeta inteiro”; “Aquecimento global seria o aumento da temperatura do planeta e que ele pode ocorrer em determinados lugares de uma forma mais especifica e, em outros lugares, às vezes de uma forma um pouco mais discreta, dando menos efeito, de uma forma mais suave”. “Porque, como eu explico pra eles, a gente mudar o clima, a gente tem que fazer uma interferência muito maior do que o aquecimento global.” |

Quadro 5 – Como os professores entendem os conceitos de mudança climática e aquecimento global na rede privada de ensino

| Professor | Análise das respostas |
|-----------|---|
| 1 | Apresenta elementos que nos levam a uma diferenciação conceitual: “São alterações do clima na Terra”. Ao responder sobre o conceito de aquecimento global diz: “Tá ligado, né?”. Usa de uma única corrente científica: “provocado por uma série de detritos lançados na natureza”. |
| 2 | Afirma que nunca pensou na diferença entre os conceitos: “nunca pensei nisso! Eu acho que o aquecimento global faz parte da mudança climática global”. Deixa claro as duas correntes científicas: “mas eu deixo bem claro para os meus alunos essas duas correntes de pensamento que existem”. |
| 3 | Afirma não fazer distinção entre os conceitos: “não trabalho de forma separada com eles”. Mostra conhecimento das duas visões científicas, mas trabalha com uma única, com forte influência da mídia: “apesar de que os céticos acreditam, eles afirmam que esse aquecimento global é uma consequência da Terra mesmo, uma consequência natural. Já a ONU e demais entidades afirmam que esse aquecimento global é resultante da atuação errônea do homem em busca de lucros, disputa de terras de modo geral, quer dizer, essa busca pela riqueza”. |
| 4 | Clara diferença entre os conceitos: “A mudança climática global, ela é uma alteração nos elementos climáticos que a gente percebe no tempo geológico, em algumas épocas ocorrem modificações, nós temos as glaciações, temos períodos de elevação de temperatura. Só que hoje existe uma ideia de que o efeito estufa está muito relacionado a esse tema, se confunde muito com esse tema”. Mostra conhecimento das duas correntes científicas e levanta questões de variabilidade: “as modificações de temperaturas dos oceanos que influem diretamente nas correntes marítimas, que influem num clima mundial”. |

O que percebemos em um primeiro momento é que, mesmo tendo um contato mais próximo com a ciência devido ao material didático e às leituras complementares, os professores, em sua maioria, não diferenciam os conceitos de mudança climática e aquecimento global. Isso não implica no desconhecimento destes, mas sim em uma simplificação recente dos conceitos trabalhados, uma vez que o aquecimento global, termo utilizado no senso comum, seria fruto de uma mudança climática global. Essa falha conceitual

é também apresentada na mídia de forma errônea, como já ilustramos em capítulos anteriores.

Quanto ao discurso científico dos doze professores com quem conversamos, cinco abordaram o tema exclusivamente como fruto da ação humana, enquanto os outros sete entrevistados mostraram conhecimento das duas correntes científicas sugeridas. No entanto, os professores que mostram “conhecer” os dois discursos não necessariamente transmitem isso para seus alunos, e a segunda categoria a ser analisada poderá ilustrar tal afirmação. Outro fator relevante é a abordagem do ensino privado e do ensino público, que, ao menos nesta categoria, não apresentou diferença significativa.

Quadro 6 – Como os professores estão transmitindo tais conceitos para os alunos na rede pública de ensino

| Professor | Análise das respostas |
|-----------|---|
| 1 | Deixa claras as duas visões para os alunos utilizando fontes como “ <i>Folha de S. Paulo, Estadão</i> ”; “ <i>Superinteressante, Galileu</i> , e os documentários eu pego da Discovery, National Geographic”. |
| 2 | Procura trabalhar as duas correntes científicas “por várias vertentes”. “Eu falo para eles entrevistarem os pais, porque os antigos que falam, até a gente mesmo tem mania de falar, há dez anos esse calor não era”. |
| 3 | “Eu quero levar para eles as duas visões que estão aí, debatendo”; “Porque eu vejo que no material didático, mais recente, aponta o aquecimento global como uma verdade inquestionável”. Cita como fonte: Jeferson Simões (UFRGS). |
| 4 | O professor não mostrou duas visões científicas e trabalha da seguinte forma: “Eu abordo desde o início, desde antes a revolução industrial. [...] e atualmente com a tecnologia mais avançada, como é que deu um salto para esse ambiente... clima que estamos vivendo”. |
| 5 | Trabalha com os impactos do aquecimento global: “alteram a temperatura dos oceanos e o nível desses oceanos, e ocasionando uma série de consequências em longo prazo”. Faz também uma generalização ambiental, deixando de certo modo o aquecimento para falar de práticas “sustentáveis”: “Que tipo de coisa que podemos contribuir, mesmo nós, sendo uma pequena parcela, a gente pode fazer nossa parte, desde fazer a seleção do lixo, da economia de energia e água. Não é porque pagamos energia... a gente paga pelo uso, e não para desperdiçar”. |

Continua

Quadro 6 – *Continuação*

| Professor | Análise das respostas |
|-----------|--|
| 6 | Apresenta elementos mais contundentes a respeito da mudança fruto da ação humana, trabalha com imagens e efeitos visuais, cita pouco a mídia, apesar de não desconsiderá-la: “gosto muito de trabalhar com imagens, acho que a Geografia nos dá essa abertura”. Contudo, faz uma generalização com as demais questões ambientais quando perguntado de que forma trabalha o tema: “A questão da coleta seletiva, quando passa quando não passa, eu procuro levar meus alunos na Cooperlix,* eu acho que ali tem um exemplo muito bacana que você pode ter uma visão mais genérica de vários fatores sociais, ambientais”. |
| 7 | Mostra como funciona o efeito estufa para “que tomem consciência de modos de vida mais sustentáveis”. A questão do consumo também está relacionada ao tema pelo professor: “Eu abordo bastante esse assunto com eles, principalmente a questão do consumo exagerado, aquela ideologia do ‘uso, quebrou, jogou fora’, nós devemos abandonar isso e voltar ao ‘usou, quebrou, concerta’”. |
| 8 | De forma bem simplificada, trabalha os impactos e as consequências do aquecimento global relacionado a outros problemas ambientais: “suponhamos que a gente começa a juntar lixo no quintal, o que vai acontecer? Qual vai ser a consequência? Ah! Vai dar mosca, vai dar insetos. Se a gente começar a cortar as árvores da rua da gente, o que vai acontecer? Ah! Vai bater sol, vai esquentar mais”. Cita como fontes: <i>Veja</i> , <i>Época</i> , livros didáticos |

* Cooperativa de Trabalhadores de Produtos Recicláveis de Presidente Prudente.

Quadro 7 – Como os professores estão transmitindo tais conceitos para os alunos na rede privada de ensino

| Professor | Análise das respostas |
|-----------|---|
| 1 | Quanto ao tratamento do tema, o professor sugere uma generalização com os demais problemas ambientais, atuando quase que na conscientização ambiental: “A gente procura mostrar pra molecada a necessidade de se ter uma consciência voltada para o aspecto ambiental, evitar, por exemplo, não o efeito estufa ou aquecimento global, mas evitar, por exemplo, o desperdício de água, evitar as queimadas, que são muito comuns ainda, procurar reciclar o lixo, a nossa escola agora tá adotando isso”. Cita como fontes o apostilado da escola, jornal <i>Mundo</i> (Pangea), <i>Estadão</i> . |
| 2 | Procura mostrar as diferentes correntes do pensamento, porém introduz o conteúdo juntamente com os problemas ambientais (mostra o material apostilado e diz que introduz o tema juntamente com os problemas sociais e ambientais urbanos). “Eu vou introduzindo de acordo com o conteúdo, quando eu trabalho com problemas ambientais”; “Quando a gente trabalha com mudanças ambientais, então eu falo do efeito estufa, eu falo da camada de ozônio, da inversão térmica, das ilhas de calor, e quando eu falo do efeito estufa, eu associo com essas correntes, digamos assim, essas teorias, melhor dizendo”. |

Continua

Quadro 7 – *Continuação*

| Professor | Análise das respostas |
|-----------|--|
| 3 | Trabalha de forma generalizada juntamente com os demais problemas ambientais. O aquecimento global é tratado no âmbito dos impactos e consequências. “O aquecimento resultante do desmatamento, a mata faz falta? Faz falta. Então o combate ao desmatamento, o combate à destruição de grandes áreas de florestas, segundo os especialistas, estão interligados”; “Nós estamos vivendo num mundo globalizado, então eles têm que estar cientes do que está acontecendo não somente na nossa região, mas em termos de Brasil, de mundo, é a mudança. Por exemplo, Antártida, quais são as mudanças, o derretimento das geleiras, quais são as consequências, o equilíbrio que existe entre correntes marítimas e massas de ar”. Cita como fontes, além do apostilado, o <i>Almanaque Abril</i> de atualidades, além da mídia em geral, citando vários programas televisivos e impressos. |
| 4 | Há uma simplificação, pois deixa claro nas respostas as diferenças conceituais e as duas visões científicas, porém afirma que não passa dessa forma para os alunos, agrupando o tema com os demais problemas ambientais. Afirma, ainda, que trabalha muito com o conhecimento cotidiano dos alunos por meio da mídia e das experiências vividas: “Eu vejo diferença, mas os alunos não têm essa percepção, e a gente não passa isso pra eles, porque não é abordado dessa forma, nós não trabalhamos dessa forma, não existe essa correlação, entendeu?”; “Olha, é muito interessante, mas eles já têm isso tão claro na cabeça, porque a mídia lança muito esse conceito, fala muito sobre aquecimento, fala muito sobre efeito estufa”. Cita como fonte o documentário de Al Gore (“fala muito do IPCC, dos índices de poluição, ele prova por A+B que o aquecimento global está acontecendo, que não é <i>lobby</i> de ninguém”). |

Percebam que, mesmo conhecendo uma visão contrária à mudança climática decorrente da atividade humana, os professores trabalham com seus alunos uma visão mais próxima da produção científica contida nos relatórios do IPCC, reafirmando o que vimos na categoria anterior. Isso fica claro em resposta como “porque eu vejo que o material didático mais recente aponta o aquecimento global como uma verdade inquestionável”. E, de fato, como vimos, o material didático não apresenta duas visões, tratando o tema com uma visão única e alinhada ao paradigma aquecimentista antrópi-

co, sendo que há no senso comum uma afirmação dessa corrente científica. Somente três professores procuraram, de alguma forma, mostrar aos alunos que há a possibilidade de essa mudança climática ser mais um ciclo natural do planeta, podendo, inclusive, como apontam alguns cientistas, ser o fim de um período interglacial prestes a nos brindar com uma nova era glacial.

Porém, certamente a escolha por abordar as mudanças climáticas como fruto da ação humana pode ser justificada pela preocupação do professor em formar no aluno uma consciência ambiental, aproveitando-se de sua criticidade.

Um dos professores, que nos dá sua convicta posição acerca do problema, apresenta elementos interessantes de serem enaltecidos. Ele nos diz: “e eu procuro mostrar pra eles a evidência dos fatos, que tudo é verdade, que o aquecimento ele existe, *embora existam correntes que mostrem ao contrário*”. O professor ainda afirma que, para ele, “o homem é o *único* responsável por essa situação”. Sua posição, no entanto, às vezes se confunde com alguns outros problemas ambientais: “retira-se demais os recursos minerais de um lugar, utiliza-se demasiadamente alguns tipos de gases, depois descarta esses gases na atmosfera, vai destruindo a camada de ozônio, vai provocando o efeito estufa, chegando ao ponto de *sair do controle do homem*”. O conceito de natureza que ele carrega é o de uma entidade socializada, não externa à sociedade, mas necessariamente condicionada e controlada por ela. Porém, no curto tempo que esse professor aborda o tema, assim como o curto contato entre pesquisador e entrevistado, talvez sua intenção não fosse a de mostrar seu conceito de natureza, mas o de instigar o pensamento de seus alunos para uma postura crítica social e ambiental, criando possibilidades para estes formarem ou construírem seu conhecimento.

A questão da conscientização é um fator interessante para essa categoria. No ensino público, dos oito professores entrevistados, metade revelou abordar o tema de uma forma generalizada, associando-o aos demais problemas ambientais, mostrando aos seus alunos “que tipo de coisa que podemos contribuir, ‘mesmo nós

sendo' uma pequena parcela", ou então questões sobre "o consumo exagerado, aquela ideologia do 'uso, quebrou, jogou fora', nós devemos abandonar isso e voltar ao 'usou, quebrou, concerte'". Aliás, essa é a principal diferença de abordagem do tema entre o ensino público e o ensino privado.

No ensino privado, os quatro professores entrevistados mostraram uma generalização do tema com os demais problemas ambientais. Ou seja, a questão do aquecimento global não é tratada por eles de maneira isolada, mas inserida em um contexto de problemas ambientais. Uns afirmam que há "a necessidade de se ter uma consciência voltada para o aspecto ambiental, evitar, por exemplo, não o efeito estufa ou aquecimento global, mas evitar, por exemplo, o desperdício de água, evitar as queimadas, que é muito comum ainda, procurar reciclar o lixo, a nossa escola agora tá adotando isso". Outros dizem abordar o tema "quando trabalha com mudanças ambientais, então eu falo do efeito estufa, eu falo da camada de ozônio, da inversão térmica, das ilhas de calor, e quando eu falo do efeito estufa, eu associo com essas correntes, digamos assim, essas teorias, melhor dizendo".

Essa diferença pode ser explicada pelo contexto no qual os professores estão inseridos. Por exemplo, durante as entrevistas nas escolas particulares, foi possível verificar que a própria escola assume o papel de conscientização ambiental. Há, espalhados por toda escola, panfletos educativos, lixeiras com separação de material reciclável, e os professores são "convidados" a fazer parte desse processo, tanto pelo material apostilado quanto pelo ambiente da escola, como se nota na fala dos próprios professores: "essa conscientização deve vir desde pequenino, como aqui a gente já faz, as professoras aqui das primeiras séries, os pequeninos desenvolvem o projeto, os pequeninos já sabem disso", "nosso projeto na escola esse ano está sendo sobre sustentabilidade, então nós procuramos abordar tudo".

Já no ensino público, os professores que mostraram essa preocupação, como o exemplo citado, o fizeram por conta própria, pois

a escola muitas vezes assume outros papéis de formação social, por exemplo. Como poderia o professor deixar de aproveitar o entretenimento midiático com relação ao tema para conscientizar o aluno sobre a preservação do meio ambiente em tempos nos quais nem mesmo a educação recebe credibilidade?

Quadro 8 – Questões de escala abordadas na rede pública de ensino

| Professor | Análise das respostas |
|-----------|--|
| 1 | Afirma não abordar escalas geográficas nem climáticas com frequência: “Porque até para alguns problemas que acontecem, eles não têm como visualizar esses problemas localmente, por exemplo, quando você fala de poluição atmosférica, eu dou aula numa cidade de 25 mil habitantes, é difícil eles verem os efeitos da poluição atmosférica na cidade deles”. |
| 2 | Ao ser questionada sobre a utilização de escalas, afirma: “Não, não utilizo”. |
| 3 | Diz abordar, mostrando fenômenos da escala local, procurando relacioná-los com escalas superiores: “Acho que você pode trabalhar uma ilha de calor, acho interessante mostrar pra eles até que ponto isso pode alterar, porque a poluição daqui, eles acham que pode alterar todo o planeta”. |
| 4 | Utiliza a escala como forma de contextualização do aluno: “Sim, porque tudo tem que começar por escala local. Então nós começamos da escala local para atingir a escala global”. |
| 5 | Apresenta uma noção de escala para os alunos: “Na sétima série, a gente passa a noção de como que é a atuação em escala global, regional, local”. Apresenta elementos que permitem uma contextualização com problemas locais: “que tipo de coisa que podemos contribuir, mesmo nós sendo uma pequena parcela”. |
| 6 | Utiliza a escala como forma de contextualização do aluno com as questões mais gerais: “Eu deixo claro pra eles que o teu local repercute em uma escala global”. |
| 7 | Não apresenta elementos que nos levem à análise de escala, e ainda afirma que não utiliza: “Não me lembro de ter abordado essa questão, mas é de se pensar”. |
| 8 | Escala como forma de contextualização do aluno com os problemas ambientais: “Eu procuro sempre partir daquilo que eles conhecem. Então a casa deles, por exemplo, suponhamos que a gente começa a juntar lixo no quintal, o que vai acontecer? Qual vai ser a consequência?”. |

Quadro 9 – Questões de escala abordadas na rede privada de ensino

| Professor | Análise das respostas |
|-----------|--|
| 1 | Não apresenta elementos que nos levem a uma abordagem de escalas, e ainda afirma, quando questionada, que não utiliza: “Não, nós usamos escala só no início do ano, e é escala cartográfica”. |
| 2 | Faz menção à escala, pois aborda diferentes problemas ambientais, não fazendo uso no caso específico do aquecimento global: “A gente fala quais são os problemas ambientais que atingem o mundo todo, quais são os problemas ambientais que atingem a grande cidade, a questão da chuva ácida, então a gente fala o que é global, o que atinge todo mundo e o que atinge uma população específica, falo, sim”. |
| 3 | Faz menção à escala cartográfica e afirma não trabalhar com escalas: “A escala basicamente, o que eu abordo... no nosso conteúdo, ele é específico para o sexto ano e vem específico para o terceiro, mas apenas para cálculo”. “A escala climática? Não, não aprofundamos muito não”. Mas mostra elementos de uma caracterização: “previsão de tempo, condições climáticas, amplitude térmica, mas pra eles, de forma superficial”. |
| 4 | Afirma não abordar tais questões de escala: “Não, não. Porque é muito detalhado, não tem essa preocupação, não”. |

A pergunta feita aos professores sobre as escalas climáticas e geográficas tinha como objetivo auxiliar na reflexão sobre escala, questão essa levantada pelo próprio IPCC e que vem permeando por toda nossa discussão.

Apesar das competências do material didático da rede pública sugerir “identificar aspectos da realidade socioambiental em suas diversas escalas”, não foi exatamente o que se verificou com as entrevistas. A utilização da escala global pelos próprios professores é reflexo da produção científica e da abordagem política e midiática que nos coloca em uma generalização dos problemas ambientais.

Essa abordagem dos problemas ambientais na escala global muitas vezes nos coloca em uma armadilha metodológica, pois, se os problemas são globais, suas soluções necessitam de ações mais amplas, nem sempre eficazes com relação ao tempo de atuação e à

solução proposta. Exemplo disso pode ser dado pela própria Conferência das Partes (COP), que, ano após ano, não consegue avançar nas discussões sobre as reduções das emissões de gases de efeito estufa (GEE). A aplicação de técnicas de *dowscaling*, por exemplo, ou de avanços em pesquisas em escala regional para entender melhor a variabilidade climática, já vem acontecendo, como os próprios dados nos mostram, mas pouco se tem avançado na discussão de medidas nessa escala em conferências globais.

Analisando as entrevistas, no entanto, notam-se alguns pontos interessantes. Os professores não estão utilizando a escala geográfica, nem mesmo a escala geográfica do clima, para conceituar os problemas, mas, sim, para contextualizar a realidade dos alunos. Isso vai ao encontro da prática e de estratégias adotadas por esses professores sobre a questão ambiental como um todo. Ou seja, a utilização de práticas cotidianas ou de problemas locais serve de exemplo para cinco dos oito professores da rede pública de ensino abordarem o tema dos problemas ambientais com os alunos.

Essa questão é percebida de maneira diferente entre ensino público e privado, já que, dos quatro professores que entrevistamos, apenas um diz trabalhar com escala, mas não para contextualizar os alunos. Os outros três professores, no entanto, não utilizam escalas. Como vimos na categoria anterior, a escola privada assume o papel de educadora ambiental, e com isso torna-se, digamos, mais fácil para o professor trabalhar o tema, sem a necessidade de atrair o aluno para uma realidade cotidiana, por exemplo (mas não que não o faça). Já o contexto de trabalho do professor do ensino público é mais conturbado, e atrair a atenção do aluno para algo palpável é fundamental para trabalhar questões amplas como essas, conforme pode ser verificado no discurso dos próprios professores: “a partir do dia a dia, não tem como você motivar, fazer com que ele tenha algo palpável pra você sair do seu local e transpor isso, aí você tem o *feedback* o retorno, pra você tá associando uma coisa com a outra”.

Quadro 10 – Discursos políticos, econômicos e responsabilização do clima por problemas ambientais (mitigação e impactos) abordados na rede pública de ensino

| Professor | Análise das respostas |
|-----------|---|
| 1 | Diz trabalhar muito a questão do consumismo, procurando questionar tais práticas: “Procuo mostrar que práticas consumistas que eles têm podem levar a diversos problemas ambientais”. |
| 2 | Afirma não trabalhar. Não apresenta durante a entrevista elementos que nos levem a uma interpretação: “O mínimo possível, em todos os anos”. |
| 3 | Afirma trabalhar e diz que o discurso político pode reduzir o debate sobre o tema: “porque você pega o discurso do Obama, do prefeito de São Paulo, e às vezes eles nem se informam e têm uma visão mínima”. Ao analisar todas as respostas, pode-se verificar a utilização de impactos como definição para aquecimento: “você tem um acréscimo na média global que alteraria as calotas polares etc.”. |
| 4 | Diz utilizar discursos políticos/econômicos: “essa desenfreada procura, principalmente desses blocos econômicos maiores, em busca somente do capital. Isso é um problema sempre e vai continuar. A ganância é tanta e eles mandam no mundo, o pior é isso, tudo depende deles”. Faz menção aos acordos oficiais, Tratado de Kyoto, Clube de Roma, Agenda 21. |
| 5 | Diz não utilizar questões políticas e econômicas: “Não, não!”. Mas mostra no discurso: “consumismo, países industrializados”; “Desenvolvimento Sustentável”. |
| 6 | Não apresentou elementos significativos. Houve uma confusão na questão. Ao questioná-la sobre debate político, ela entendeu como metodologia. Ao refazermos a questão, ela afirma que não. |
| 7 | Trata do modo de vida mais sustentável, fazendo um crítica ao consumismo. Fala ainda da Rio+20: “Às vezes fazemos discussões de políticas que refletem no meio ambiente, a Rio+20 foi bastante debatida em minhas aulas, inclusive eles escreveram um trabalho para mim sobre a Rio+20, eles achavam que era o Rio de Janeiro e mais vinte países, até explicar que era Rio mais 20 anos”; “principalmente a questão do consumo exagerado”. |
| 8 | Traz a industrialização dos países pobres como ativo de problemas ambientais: “A gente fala que os países subdesenvolvidos, eles se industrializaram, mas que eles acabaram também desmatando uma parte do meio ambiente provocando queimadas, então a gente começa mais ou menos por aí, e então você entra na esfera política, na esfera econômica, pra tá explicando as consequências que isso aí vai causar”. |

Quadro 11 – Discursos políticos, econômicos e responsabilização do clima por problemas ambientais (mitigação e impactos) abordados na rede privada de ensino

| Professor | Análise das respostas |
|-----------|--|
| 1 | Afirma trabalhar com um discurso partidário: “Eu falo muito do discurso do PV, do Fabio Feldmam, do próprio Suplicy”. |
| 2 | Faz referência a questões do mundo globalizado e aos acordos oficiais: “A quem interessa, a gente tenta dar essa visão das questões geopolíticas a quem interessa as questões do mundo globalizado”. |
| 3 | Fala dos tratados ambientais, Protocolo de Kyoto, Agenda 21, de conferências ambientais como a Rio+20, e fala da necessidade dos países emergentes em relação à meta de redução. Já que há a industrialização, deve haver redução de emissões. “Esse crescimento das indústrias de um modo geral, então que os emergentes também devem fazer parte dessa redução, não só os emergentes, mas que os fornecedores de matérias-primas, enfim, o mundo deve ser conscientizado”. |
| 4 | Ainda com relação à questão da conscientização dos problemas ambientais, o professor mostra os tratados ambientais, os eventos oficiais, a influência política no tema. “É falado muito sobre os protocolos, o que acontece, as políticas internacionais, o que isso envolve. Por que o EUA não aceita o Protocolo de Kyoto, o que o governo faz, o lobby político brasileiro em cima das questões ambientais, por exemplo, da plantação de cana, isso eles estão bem”. |

Essa categoria surgiu com a necessidade de explicação de alguns pontos que foram identificados nos discursos dos professores. Isso porque cabe uma análise interessante de alguns conceitos utilizados para elucidar as causas do aquecimento global, e analisam-se também as conferências oficiais, nas quais se debatem ações de mitigação, resultando em seus tratados internacionais.

Até aqui verificamos que os professores utilizam a definição de aquecimento global de forma generalizada, contextualizando-o com os demais problemas ambientais, aproveitando em parte o discurso midiático para ilustrar tais questões. O prejuízo disso, como também ressaltado, é a generalização dos problemas ambientais para uma escala global, resultando em ações unicamente globais, cabendo aos alunos (cidadãos) práticas corriqueiras, como economizar água ou separar o lixo de suas casas.

A solução para os “problemas ambientais”, no entanto, exige muito do que reduzir o tempo do banho ou reciclar o lixo. São problemas que emergem do local e repercutem no local e, portanto, necessitam de ações conjuntas para solucioná-los, e isso passa pela população, pelo poder público e pelos órgãos competentes. Em relação à questão climática, não é diferente. Por mais que aceitemos convictamente que as emissões dos GEE estão alterando o clima do planeta e que esse seja um problema global, as repercussões serão sentidas no local, serão as cidades que sofrerão com as enchentes e alagamentos, será o campo que terá sua produção reduzida em diferentes proporções. Portanto, deve-se debater essa interação entre escalas e agentes produtores e gestores do espaço, coisa que dificilmente é feita pelo discurso midiático.

Trabalhar uma visão crítica com os alunos sobre o consumismo é louvável, mas a associação do consumismo com o aquecimento global e, conseqüentemente, com os problemas ambientais, pode nos colocar em um entrave conceitual. Se o modo de produção capitalista é o grande responsável pelas mazelas ambientais – e também sociais – vividas nos últimos séculos, somente o rompimento com esse modelo de produção seria capaz de superar tais mazelas. Os avanços tecnológicos seriam responsáveis pela redução desse impacto, mas não por sua superação. Com isso, associar os problemas ao consumo exagerado seria de certo modo transferir a responsabilidade do modelo de produção para o modelo de consumo, como se a forma como as pessoas consomem fosse responsável pela produção das demandas, e não ao contrário (Rodrigues, 2011). É evidente que essa relação entre consumo e aquecimento global feita pelos professores não parte dessa premissa, porém cabe a ressalva.

Outro ponto interessante surge da relação entre o Protocolo de Kyoto, a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, conhecida como Rio + 20 (que acontecia durante o período das entrevistas), e os países relacionados à Agenda 21. Alguns professores, ao explicarem as metas e emissões dos países desenvolvidos, fazem menção à não assinatura do protocolo de Kyoto pelos Estados Unidos e à falta de metas de emissões para os países

emergentes, menções tais como “esse crescimento das indústrias de um modo geral, [sic] então que os emergentes também devem fazer parte dessa redução, não só os emergentes, mas que os fornecedores de matérias-primas, enfim, o mundo deve ser conscientizado” (Rede privada, professor 3). Outros ainda referem-se ao caso brasileiro e às questões energéticas: “É falado muito sobre os protocolos, o que acontece, as políticas internacionais, o que isso envolve, o porquê os EUA não aceita o Protocolo de Kyoto, o que o governo faz, o lobby político brasileiro em cima das questões ambientais, por exemplo, da plantação de cana” (Rede privada, professor 4).

Há uma retomada, nesse ponto, de uma questão que foi apresentada alguns anos atrás: o aquecimento global é um fato consolidado ou não passa de uma apropriação do processo de produção, criando novas oportunidades de reorganização do sistema econômico?

Considerando o fato de que uma coisa não exclui a outra, a questão é que, desde que a ciência legitimou os problemas ambientais em uma escala tão abrangente, novos rearranjos econômicos vêm se configurando, novos mercados vêm surgindo, e novas maneiras de poluir também. O maior exemplo disso é o mercado de créditos de carbono.

Resumindo, os professores entrevistados, ao utilizarem a mídia, acabam envolvendo-se com o discurso produzido por ela, ajudando na consolidação e visibilidade dos problemas ambientais – nesse caso, o aquecimento global –, não estabelecendo o debate entre as correntes científicas de maneira tão clara, mesmo que este ainda possa ser verificado.

A preocupação maior por parte desses profissionais é instigar um pensamento crítico diante dos problemas ambientais. Por isso há uma generalização, tanto por parte do material quanto pelo discurso dos professores, do aquecimento global em relação aos demais problemas ambientais.

A utilização da mídia, nesse caso, apresenta-se de forma ilustrativa como uma forma de atrair o aluno e despertar seu interesse para tal discussão. Porém, em uma era científica informacional, é extremamente necessário conhecer as fontes e ficar atento ao entretenimento midiático com relação a diferentes informações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o intuito de contribuir com o discurso geográfico do clima, porém sem a pretensão de limitar as considerações, concluímos que a ciência da mudança climática global encontra-se embasada na produção de um paradigma aquecimentista antrópico, no qual o homem destaca-se como principal responsável pelas mudanças climáticas globais verificadas nas últimas décadas.

Isso fica evidente, pois das quatro revistas científicas analisadas, apenas a *Revista Brasileira de Climatologia* apresentou perfil de uma produção contraparádigmática, apresentando artigos que se enquadram no princípio de um paradigma do aquecimento natural. Porém, só verificamos isso, pois esse periódico publica artigos principalmente da climatologia geográfica, portanto, artigos relacionados à ciência humana, e, conforme debatido, não há necessariamente o predomínio de um paradigma em detrimento do outro nas ciências ditas humanas, podendo coexistir dois ou mais paradigmas ao mesmo tempo.

Dos artigos analisados, 60% apresentam elementos coerentes com o discurso e a teoria produzida pelo Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), sendo que os demais 40% apresentam elementos que reforçam a hipótese do paradigma aquecimentista antrópico. O principal conceito utilizado na fundamentação dos

trabalhos foi o de mudança climática, porém os conceitos de impacto, mitigação e adaptação, juntos, superam o conceito de mudança, o que nos remete a um processo findado de discussão das causas, ou seja, a mudança é antrópica e, a partir desse momento, precisamos encontrar soluções para tal.

Outro elemento importante que tenho a intenção de destacar é a geopolítica da produção científica mundial. Ao analisarmos os principais países que publicaram nos periódicos internacionais e compararmos com os membros do Grupo de Trabalho I do IPCC, encontramos alguns países exercendo forte influência nas regras da produção científica.

Podemos afirmar que os Estados Unidos, o Reino Unido e a Alemanha são os países que determinam as regras científicas e, quiçá, políticas e econômicas da discussão que abrange o aquecimento global e as mudanças climáticas. Logo, há uma hegemonia na produção do discurso.

Foram esses países que mais publicaram tanto na *Climatic Change* quanto na *Theoretical and Applied Climatology*, com uma ressalva para a China, que teve sua produção sobre o tema em ascensão nesse último periódico. Se adentrarmos a produção desses países, encontraremos outra hegemonia. Poucas são as instituições que produzem essa ciência, podendo-se destacar o National Center for Atmospheric Research e a University of California, nos EUA; a University of East Anglia, a University of Southampton e o Met Office, Hadley Centre for Climate Prediction and Research, no Reino Unido; o Potsdam Institute for Climate e o Max Planck Institute for Meteorology na Alemanha, instituições essas que agregam grande parte dos pesquisadores do IPCC, conforme vimos nos mapas e nas tabelas.

A participação da comunidade científica é relativamente grande, com países que até então possuíam pouca expressividade científica publicando em periódicos com grande fator de impacto, como Vietnã, Etiópia e Senegal, por exemplo. Porém, em todos os casos, essas publicações foram resultados de pesquisas conjuntas entre esses países com aqueles que ditam as regras do debate sobre as mudanças climáticas, como os Estados Unidos, o Reino Unido, a

Alemanha, a Noruega e a Suíça, portanto, um debate estabelecido nos padrões anglo-saxões.

No que se refere às questões de escalas, debater os problemas ambientais e, conseqüentemente, os problemas climáticos na escala global é atuar na consolidação de um discurso hegemônico para reafirmar as lógicas capitalistas de produção, essas mesmas que são responsabilizadas por parte dessa mudança climática. Isso só se faz porque a generalização do debate promove barreiras que impedem o rompimento com o processo de produção capitalista, pois, ao negar as especificidades locais e regionais, inibem medidas reais de transformação dos discursos políticos e econômicos e, conseqüentemente, de suas práticas.

A mídia, nesse contexto, atua como um sujeito legitimador de agendas públicas sobre o problema do aquecimento global. Para isso, lança mão de uma pauta de notícias calendarizadas que privilegiam os discursos oficiais e as conferências científicas, que acabam dando credibilidade aos meios utilizados para divulgar o tema. As notícias assumem o homem como principal responsável pelas mudanças climáticas e, para destacar a necessidade de intervenção frente ao problema, utiliza mensagens simbólicas geralmente carregadas com apelos morais. A preferência pelos eventos extremos também merece destaque, uma vez que a maior quantidade de notícias (168 no jornal *Folha de S. Paulo* e 138 no *O Estado de S. Paulo*) está estritamente relacionada com os impactos causados pela mudança climática global já em curso.

No que cabe à educação básica, os professores atuam como educadores ambientais. O aquecimento global acaba sendo generalizado junto aos demais problemas ambientais, e por mais que o professor tenha conhecimento sobre os dois paradigmas científicos e apresente estes aos alunos, denota maior ênfase ao aquecimento fruto das emissões de CO₂ causadas por uma sociedade urbana industrial. A escala, nesse caso, é utilizada apenas para contextualizar o aluno a práticas corriqueiras, como economizar energia ou separar o lixo reciclável. O discurso midiático, no entanto, é utilizado apenas para ilustrar e entreter o aluno diante do problema.

As mudanças climáticas globais e, conseqüentemente, o aquecimento global têm lugar de destaque no cotidiano dos problemas ambientais, mas uma questão específica deve sempre ser lembrada: o clima é extremamente dinâmico e complexo, e mudanças, como as verificadas, jamais passaram despercebidas à história da Terra. Caberá ao tempo nos dar maiores evidências sobre esse assunto que resulta em tão polêmico debate.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMO, P. *Padrões de manipulação na grande imprensa*. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2003.
- ACHBERGER, C.; LINDERSON, M. L.; CHEN, D. Performance of the Rossby Centre Regional Atmospheric Model in Southern Sweden: Comparison of Simulated and Observed Precipitation. *Theoretical and Applied Climatology*, [s. l.], v.76, n.3-4, p.219-34, 2003.
- AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DOS DIREITOS DA INFÂNCIA. *Mudanças climáticas na imprensa brasileira: uma análise de 50 jornais no período de julho de 2005 a junho de 2007*. Brasília. 2007.
- ALVES, R. *Filosofia da ciência: introdução ao jogo e a suas regras*. São Paulo: Edições Loyola, 2007.
- AMORIM, M. C. C. T. Intensidade e forma da ilha de calor urbano em Presidente Prudente/SP. *Geosul*, Florianópolis, v.20, n. 39, p.65-82, 2005.
- ANDERSON, J. et al. Progress on Incorporating Climate Change into Management of California's Water Resources. *Climatic Change*, [s. l.], v.87, n.1, Supplement, p.91-108, 2001.
- ARRHENIUS, S. *Worlds in the Making*. New York: Harper and Brothers, 1908.
- AUDRIUCI, L. R.; SANT'ANNA NETO, J. L. Valoração ambiental: uma abordagem entre os estudos climatológicos e as análises econômicas. *Revista Brasileira de Climatologia*, São Paulo, v.2, p.103-20, 2006.
- AYOADE, J. O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. Trad. Maria Juraci Zani dos Santos. São Paulo: Difel, 1986.

- BALMASEDA, M. A.; TRENBERTH, K. E.; KÄLLÉN, E. Distinctive Climate Signals in Reanalysis of Global Ocean Heat Content. *Geophysical Research Letters*, [s. l.], v.40, n.9, p.1754-9, 10 May 2013.
- BAPTISTA, G. M. *Aquecimento global: ciência ou religião?* Brasília: Hinterlândia, 2009.
- BAPTISTA, I.; ABREU, K. *A história das revistas no Brasil: um olhar sobre o segmento mercado editorial*. Disponível em: <<http://www.bocc.ubi.pt/pag/baptista-iria-abreu-karen-a-historia-das-revistas-no-brasil.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2013.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Persona, Psicologia, 1979.
- BECK, U. *La sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad*. Barcelona: Paidós, 1998.
- BESSAT, F. A mudança climática entre a ciência, desafios e decisões: um olhar geográfico. *Revista Terra Livre*, São Paulo, v.1, n.20, p.11-26, jan./jul. 2003.
- CALLENDAR, G. S. The Artificial Production of Carbon Dioxide and its Influence on Climate. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, [s. l.], v.64, p.223, 1938.
- CAMACHO, R. S. *Paradigmas em disputa na educação do campo*. Relatório de Qualificação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da FCT/Unesp, Presidente Prudente. 2012.
- CAMPOS, J. F. S.; FERNANDES, B. M. O conceito de paradigma na Geografia: limites, possibilidades e contribuições para a interpretação da geografia agrária. *Campo-Território: revista de geografia agrária*, [s. l.], v.6, n.11, fev. 2011.
- CASAGRANDE, A.; SILVA JR., P.; MENDONÇA, F. Mudanças climáticas e aquecimento global: controvérsias, incertezas e a divulgação científica. *Revista Brasileira de Climatologia*, São Paulo, v.8, p.30-44, jan./jul. 2011.
- CASTRO, I. E. O problema da escala. In: CASTRO, I. E.; GOMES, P. C. C.; CORREA, R. L. *Geografia, conceitos e temas*. 2ª.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.
- CANDELORI, R. Humanidade Controla o Clima Global, afirma IPCC. Mundo. *Geografia e Política Internacional*, ano 15, n.1, mar. 2007.
- CEZAR, F. G.; ABRANTES, P. C. C. O princípio da precaução: considerações epistemológicas sobre o princípio e sua relação com o processo de análise de risco. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v.20, n.2, p.225-62, 2003.

- CHUNG, U.; CHOI, J.; YUN, J. I. Urbanization Effect on the Observed Change in Mean Monthly Temperatures between 1951-1980 and 1971-2000 in Korea. *Climatic Change*, [s. l.], v.66, n.1-2, p.127-36, 2004.
- COOK, J. et al. Quantifying the Consensus on Anthropogenic Global Warming in the Scientific Literature. *Environmental Research Letters*, [s. l.], v.8, n.2, p.1-7, 2013.
- CORBYN, P. Fraud with Lipstick. *BBC2*, [s.l.], 14 set. 2009.
- COSTA, A. A.; PAULIQUEVIS, T. Aerossóis, nuvens e clima: resultados do experimento LBA para o estudo de aerossóis de nuvens. *RBMET*, [s. l.], v.24, n.2, p.234-53, maio 2009.
- DAVIS, M. *Holocaustos coloniais: clima, fome e imperialismo na formação do terceiro mundo*. Trad. Alda Porto. Rio de Janeiro: Record, 2002.
- ECHER, E. et al. O número de manchas solares, índices da atividade do sol. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, [s. l.], v.25, n.2, p.157-63, jun. 2003.
- FAGAN, B. *A influência do clima no apogeu e declínio das civilizações*. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009.
- FEARNSIDE, P. M. Greenhouse Gas Emissions from Hydroelectric Dams: Controversies Provide a Springboard for Rethinking a Duplicatedly “Clean” Energy Source. *Climatic Change*, [s. l.], v.66, n.1-2, p.1-8, 2004.
- _____; et al. Modelagem de desmatamento e emissões de gases de efeito estufa na região sob influência da Rodovia Manaus-Porto Velho (BR 319). *RBMET*, [s. l.], v.24, n.2, p.208-33, 2009.
- FISHMAN, M. *Manufacturing the News*. Austin: University of Texas Press, 1980.
- FLEMING, J. R. *Historical Perspectives on Climate Change*. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- FOSTER, J. B.; CLARK, B. Imperialismo ecológico: a maldição do capitalismo. In: PANITCH, L.; LEYS, C. *O novo desafio imperial*. Buenos Aires: Clacso, 2006.
- FRANCO, M. L. P. B. *Análise de conteúdo*. 2.ed. Brasília: Liber Livro, 2008.
- FRANZINI, D. *Mino Carta: “Civita vendeu minha cabeça à ditadura por U\$ 50 milhões”*. Disponível em: <<http://www.baraodeitarare.org.br/index.php/noticias-do-barao/158-mino-carta-civita-vendeu-minha-cabeca-a-ditadura-por-u-50-milhoes>>. Acesso em: 29 jun. 2013.
- FRIIS-CHRISTENSEN, E.; LASSEN, K. Length of the Solar Cycle: An Indicator of Solar Activity Closed Associated with Climate. *Science*, [s. l.], v.254, n.5032, p.689-700, 1 Nov. 1991.

- GARCIA, S. R. *Variabilidade do sistema de monção da América do Sul: relações com a Oscilação Decadal do Pacífico*. São Jose dos Campos, 2006. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- GASPARI, E. *A ditadura escancarada: as ilusões armadas*. 1.ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.
- GORE, A. *Uma verdade inconveniente: o que devemos saber (e fazer) sobre o aquecimento global*. Trad. Isa Mara Lando. Barueri: Manole, 2006.
- GRIESER, J.; SCHÖNWIESE, C. D. Process, Forcing, and Signal Analysis of Global Mean Temperature Variations by Means of a Three-Box Energy Balance Model. *Climatic Change*, [s. l.], v.48, p.617-46, 2001.
- HANNIGAN, J. *Sociologia ambiental: a formação de uma sociologia ambiental*. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.
- HARTSHORNE, R. Propósitos e natureza da Geografia. São Paulo: Hucitec; Edusp, 1978.
- HAWKINS, E. Comparing Global Temperature Observations and Simulations, Again. *Climate Lab*, 2013. Disponível em: <http://www.climate-lab-book.ac.uk/2013/comparing-observations-and-simulations-again/?utm_source=rss&utm_>. Acesso em: 12 jul. 2013.
- HEINZ, N. P. et al. *Aquecimento global e efeito estufa: uma análise de coberturas das revistas Veja, Isto é e Época no ano de 2006*. IX Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, Intercom. São Paulo: [s. n.], 2008.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Climate Change: the IPCC Scientific Assessment*. Cambridge; New York. 1990.
- _____. *Climate Change 2001: the Scientific Basis*. Cambridge; New York. 2001.
- _____. *Climate Change 2007: the Physical Science Basis*. Cambridge; New York. 2007.
- JENKIS, G. S.; ADAMO, G.; FONGANG, S. The Challenges of Modeling Climate Variability and Change in West Africa. *Climatic Change*, [s. l.], v.52, n.3, p.263-86, Feb. 2002.
- JONES, P. D. Assessment of Urbanizations Effects in Time Series of Surface Air Temperature Over Land. *Nature*, [s. l.], v.347, p.169-72, 13 Set. 1990.
- JULIÁ, R.; DUCHIN, F. World Trade as the Adjustment Mechanism of Agriculture to Climate Change. *Climatic Change*, [s. l.], v.82, n.3-4, p.393-409, 2007.

- KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V. Variabilidade decenal e multidecadal. In: CAVALCANTI, F. A. et al. *Tempo e clima no Brasil*. [S. l.]: Oficina de Textos, 2009, p.375-81.
- KLAUS, V. *Planeta azul em algemas verdes: o que está em perigo, o clima ou a nossa liberdade?* São Paulo: DVS, 2010.
- KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. 9.ed. São Paulo: Perspectiva, 2005.
- LAMB, H. H. *Climate, History and the Modern World*. London; New York: Methuen, 1995.
- LUNDBERG, A.; HALLDIN, S. Snow Interception Evaporation. Review of Measurement Techniques, Processes, and Models. *Theoretical and Applied Climatology*, [s. l.], v.70, n.4, p.117-33, 2001.
- LYNAS, M. *Seis graus: o aquecimento global e o que você pode fazer para evitar uma catástrofe*. Trad. Roberto F. Valente. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2008.
- MANTUA, N. J.; HARE, S. R. The Pacific Decadal Oscillation. *Journal of Oceanography*, [s. l.], v.58, n.1, p.35-44, Feb. 2002.
- MARENGO, J. A. *Caracterização do clima no Século XX e cenários climáticos no Brasil e na América do Sul para o Século XXI derivados dos modelos globais de clima do IPCC*. São Paulo: CPTEC;Inpe, 2007a.
- _____. *Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007b.
- MARUYAMA, S. *Aquecimento global*. Trad. Kentiro Suguio. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- MENDONÇA, F. Aquecimento global e suas manifestações regionais e locais: alguns indicadores da região sul do Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, [s. l.], v.2, n.1, p.71-86, 2006.
- MOLION, L. C. B. O buraco de ozônio: o outro lado da história. *Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia*, São Paulo, 1992.
- _____. Aquecimento global, El Niño, manchas solares, vulcões e Oscilação Decadal do Pacífico. *Climanálise*, [s. l.], v.8, ago. 2005.
- _____. *Variabilidade e forçantes climáticas*. Anais do XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia. Florianópolis: SBMET, 2006.
- _____. Aquecimento global: uma visão crítica. *Revista Brasileira de Climatologia*, São Paulo, v.3/4, ago. 2008.
- _____. Perspectivas climáticas para os próximos 20 anos. *Revista Brasileira de Climatologia*, São Paulo, v.3/4, p.117-28, 2008.

- MUSSE, R. A dialética como discurso do método. *Revista Tempo Social*, São Paulo, v.17, n.1, p.367-9, 2005.
- MYRDAK, G. *Objectivity in Social Research*. Nova York: Random House, 1969.
- NUNES, L. H. Repercussões globais, regionais e locais do Aquecimento Global. *Revista Terra Livre*, São Paulo, v.1, n.20, p.101-10, jan./jul. 2003.
- OLIVEIRA, G. S. *El Niño e você: o fenômeno climático*. São José dos Campos: Transtec, 2001.
- OLIVEIRA, G. S. D. Repercussões globais, regionais e locais do aquecimento global. *Revista Terra Livre*, São Paulo, v.1, n.20, p.101-10, jan./jul. 2003.
- OLIVEIRA, L. D. Da Eco 92 à Rio+20: uma breve avaliação de duas décadas. *Boletim Campineiro de Geografia*, [s. l.], v.2, n.3, p.479-99, 2012.
- ONÇA, D. D. S. *Quando o sol brilha, eles fogem para a sombra: a ideologia do Aquecimento Global*. São Paulo, 2011. Tese (Doutorado) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
- ORESQUES, N. The Scientific Consensus on Climate Change. *Science*, v.306, n.5702, p.1686, 2004.
- PETERSON, T. C. Assessment of Urban versus Rural in Situ Surface Temperatures in the Contiguous United States: no Difference Found. *Journal of Climate*, [s. l.], v.16, n.8, p.2941-59, 15 set. 2003.
- PITT, J. C. *Thinking About Technology: Foundations of the Philosophy of Technology*. New York: Seven Bridges, 2000.
- PLASS, G. N. The Carbon Dioxide Theory of Climate. *Tellus*, [s. l.], v.8, p.140, 1956.
- PLIMER, I. *Heaven and Earth*. Maryland: Taylor Trade Publishing, 2009.
- PRECAUTIONARY PRINCIPLE CONFERENCE. *Wingspread Declaration*. Wingspread, [s. l.], 1998.
- REES, W. G. et al. Vulnerability of European Reindeer Husbandry to Global Change, Climatic Change. *Climatic Change*, [s. l.], v.87, n.1-2, p.199-217, 2008.
- REVELLE, R; SUESS, H. E. Carbon Dioxide Exchange between Atmosphere and Ocean and the Equation of An Increase of Atmospheric CO₂ During the Past Decades. *Tellus*, [s. l.], v.9, n.18, 1957.
- RIBEIRO, W. C. *A ordem ambiental internacional*. São Paulo: Contexto, 1999.
- _____. *Relações internacionais, cenário para o século XXI*. São Paulo: Scipione, 2000.
- RIED, G. C. Influence of Solar Variability on Global Sea Surface Temperatures. *Nature*, [s. l.], v.329, p.142-3, 1987.

- RODRIGUES, A. M. A matriz discursiva sobre o meio ambiente. In: CARLOS, A. F. A.; SOUZA, M. L. D.; SPOSITO, M. E. *A produção do espaço urbano – agentes, processos, escalas e desafios*. São Paulo: Contexto, 2011, p.207-30.
- ROSA, L. P. et al. Greenhouse Gas Emissions from Hydroelectric Reservoirs in Tropical Regions. *Climatic Change*, [s. l.], v.66, n.1-2, p.9-21, 2004.
- SANT'ANNA NETO, J. L. Da complexidade física do universo ao cotidiano da sociedade: mudança, variabilidade e ritmo climático. *Revista Terra Livre*, São Paulo, v.1, n.20, jan./jul. p.51-63, 2003.
- _____. Mudanças climáticas e aquecimento global: um enredo entre a tragédia e a farsa. In: ANPEGE. *O Brasil e a América Latina*. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008, p.1-16. v.1.
- _____. A influência dos materiais construtivos na produção do clima urbano. *Revista Brasileira de Climatologia*, [s. l.], v.5, p.37-53, 2009.
- _____. A climatologia dos geógrafos: a construção de uma abordagem geográfica do clima. In: _____. *Uma Geografia em movimento*. 1.ed. São Paulo: Expressão Popular, 2010, p.295-318. v.1.
- _____. *Perspectivas e desafios da climatologia geográfica no Brasil*. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Dourados: UFGD, 2011.
- _____. Escalas geográficas do clima. Mudança, variabilidade e ritmo. In: AMORIM, M. C. C. T.; MONTEIRO, A.; SANT'ANNA NETO, J. L. *Climatologia urbana e regional questões teóricas e estudos de caso*. São Paulo: Outras Expressões, 2013, p 75-91.
- SANTOS, F. D. A física das alterações climáticas. *Gazeta de Física, Sociedade Portuguesa de Física*, [s. l.], v.30, n.1, p.48-57, 2007.
- SCHLESINGER, P. *Putting Reality Together*: BBC News. Londres: Constable, 1978.
- SCHNEIDER, S. *Global Warming: Are We Entering the Greenhouse Century?* San Francisco: Sierra Club Books, 1989.
- SERRA, A. B. Mudanças climáticas. *Revista Brasileira de Meteorologia*, [s. l.], v.2, p.101-5, 1987.
- SILVA DIAS, P. L. D.; RIBEIRO, W. C.; NUNES, L. H. *A Contribution to Understanding the Regional Impacts of Global Changes in South America*. São Paulo: USP; Instituto de Pesquisa Avançada. 2007.
- SILVA, G. E. D. N. *Direito ambiental internacional: meio ambiente, desenvolvimento sustentável e os desafios da nova ordem mundial*. [s.l.]: Thex, 1995.

- SPENCER, R. *A mentira do aquecimento global*. Lisboa: Caleidoscópio, 2009.
- SPOSITO, E. S. *Geografia e Filosofia: contribuições para o ensino do pensamento geográfico*. São Paulo: Editora Unesp, 2004.
- SPOSITO, M. E. B. Urbanização difusa e cidades dispersas: perspectivas espaço-temporais contemporâneas. In: REIS, N. G. *Sobre a dispersão urbana*. São Paulo: Via das Artes; FAU/USP, 2009. p.38-54.
- TASCHNER, G. *Folhas ao vento: análise de um conglomerado jornalístico no Brasil*. São Paulo: Paz e Terra, 1992.
- TEODORO, P. H. M.; AMORIM, M. C. C. T. Mudanças climáticas: algumas reflexões. *Revista Brasileira de Climatologia*, [s. l.], v.3/4, p.25-35, 2008.
- TUCCI, C. E. M. *Impacto da variabilidade climática e do uso do solo nos recursos hídricos*. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2002.
- TYNDALL, J. On Radiation through the Earth's Atmosphere. *Philosophical Magazine*, [s. l.], v.4, n.25, p.204, 1863.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO). *The Precautionary Principle*. World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology. France, 2005.
- UNITED NATIONS. *Rio Declaration on Environment and Development*. Report of the United Nations Conference on Environment and Development. Rio de Janeiro, 1992.
- VALVERDE RAMIREZ, M. C.; MARENGO, J. A. *Desempenho dos modelos climáticos do IPCC em simular a precipitação presente e futura sobre o território brasileiro*. Anais do Congresso Brasileiro de Meteorologia (CBMET). Florianópolis: SBMET, 2006.
- WATTS, A. *Is the U.S Surface Temperature Record Reliable?* Chicago: The Heartland Institute, 2007.
- ZANCHETTA JR., J. *Imprensa escrita e telejornal*. São Paulo: Editora Unesp, 2004.
- ZANGALLI JR., P. C. *Mudanças climáticas: o discurso da mídia sobre o Aquecimento Global*. Presidente Prudente, 2010. Monografia (Bacharelado) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista-Unesp.
- _____. *Polêmicas e debates sobre as mudanças climáticas globais: um olhar geográfico sobre os discursos e os atores*. Projeto de mestrado submetido ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, FCT/Unesp, Presidente Prudente, 2011.

SOBRE O LIVRO

Formato: 14 x 21 cm

Mancha: 23,7 x 42,5 paicas

Tipologia: Horley Old Style 10,5/14

EQUIPE DE REALIZAÇÃO

Coordenação Geral

Marcos Keith Takahashi

