



**ENTRE A CIÊNCIA, A MÍDIA E A SALA DE AULA: CONTRIBUIÇÕES DA
GEOGRAFIA PARA O DISCURSO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS
GLOBAIS**

PAULO CESAR ZANGALLI JUNIOR

ORIENTADOR: JOÃO LIMA SANT'ANNA NETO

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRESIDENTE PRUDENTE**

Programa de Pós Graduação em Geografia

**ENTRE A CIÊNCIA, A MÍDIA E A SALA DE AULA:
CONTRIBUIÇÕES DA GEOGRAFIA PARA O
DISCURSO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS
GLOBAIS**

Paulo Cesar Zangalli Junior

Orientador: Dr. João Lima Sant'Anna Neto

**Presidente Prudente
2013**

**ENTRE A CIÊNCIA, A MÍDIA E A SALA DE AULA:
CONTRIBUIÇÕES DA GEOGRAFIA PARA O
DISCURSO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS
GLOBAIS**

Paulo Cesar Zangalli Junior

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista Julio Mesquita Filho FCT/UNESP de Presidente Prudente, para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Linha de Pesquisa: Dinâmica e Gestão Ambiental

Orientador: João Lima Sant'Anna Neto

BANCA EXAMINADORA



PROF. DR. JOÃO LIMA SANT'ANNA NETO
ORIENTADOR



PROF. DR. EVERALDO SANTOS MELLAÇO
(UNESP/FCT)



PROF. DR. LUIZ CARLOS BALDICERO MOLION
(UFAL)



PAULO CÉSAR ZANGALLI JUNIOR

Presidente Prudente (SP), 23 de outubro de 2013.

RESULTADO: Aprovado

Zangalli Junior, Paulo Cesar.
Z34e Entre a ciência, a mídia e a sala de aula : contribuições da geografia para o discurso das mudanças climáticas globais / Paulo Cesar Zangalli Junior. - Presidente Prudente : [s.n.], 2013
162 f.

Orientador: João Lima Sant'Anna Neto
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia
Inclui bibliografia

1. Mudanças climáticas. 2. Geopolítica. 3. Ensino. I. Sant'Anna Neto, João Lima. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Título.

Dedico:

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, a quem tenho enorme respeito e admiração. Obrigado pela oportunidade de evoluir academicamente, mas principalmente por oportunizar um convívio pessoal que extrapola os limites da academia e nos ensina pequenos valores essenciais, que muitas vezes nos pareceria perdidos, sem os quais não seria possível um desenvolvimento, acima de tudo humano. Obrigado pelas oportunidades profissionais que o senhor nos oferta, mas sou mais grato ainda por fazer parte, ou pelo menos me sinto assim, de uma família que o senhor construiu 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 na minha formação pessoal.

Aos professores Everaldo Mellazzo e Antonio Jaschke Machado pelas orientações feitas no exame de qualificação, certamente contribuíram muito para a conclusão desse trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento concedido, sem o qual seria praticamente 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 compõe 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 da nossa profissão não vos 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.

Esse 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 (cinco pra ser mais preciso) de risos, festas, brigas, desavenças, estudos, mas acima de tudo companheirismo, 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 a regra. Vocês foram mais que amigos, são irmãos, que, independente de qualquer coisa, vou levar pra 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 de IC foi aprovada você esteve ao meu lado para comemorar, esteve ao meu lado enquanto desenvolvia as pesquisas, enfurnado naquela sala de jornais. Quando defendi a Monografia de Bacharelado quem estava mais ansiosa que eu? Enquanto eu fazia o 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 do 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. Você faz parte de tudo isso.

RESUMO

Historicamente, o clima passou e tem passado por constantes mudanças. Mas, as mudanças climáticas verificadas nas últimas décadas tem causado intenso alvoroço nos meios científicos, econômico, político e sociais. O objetivo desse trabalho 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 com o intuito de desvendar as implicações políticas, científicas e sociais de um problema tão debatido nos últimos anos. Para tal, partiu-se da criação de um banco de dados com artigos publicados em quatro periódicos (Revista Brasileira de Meteorologia e Revista Brasileira de Climatologia, Climatic Change e Theoretical and applied Climatology). Foram catalogados e analisados 635 artigos pesquisados com as palavras-chaves “aquecimento global” e “global warming” no período de 2000 a 2008. Para analisar o papel da mídia, abordaram-se as matérias de jornais e revistas da Folha de S.Paulo, O Estado de S.Paulo, Veja e Época no mesmo período. E, para entender como a ciência e a mídia têm influenciado na compreensão do tema pela sociedade, abordou-se o contexto da escola básica entrevistando os professores da rede pública e privada de ensino na cidade de Presidente Prudente. Os resultados nos mostram que o aquecimento global se constitui como um paradigma para a ciência das mudanças climáticas globais, uma vez que 60% dos artigos analisados apresentam elementos coerentes com o discurso e a teoria produzida pelo IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), sendo que os demais 40% apresentam elementos que reforçam a hipótese de um Paradigma Aquecimento Antrópico. Das quatro revistas científicas analisadas, apenas a Revista Brasileira de Climatologia apresenta perfil de uma produção contra paradigmática, apresentando artigos que se enquadram ao princípio de um Paradigma do Aquecimento Natural. O que deve ser ressaltado é que a produção científica sobre o assunto possui um caráter hegemônico, sendo que EUA, Reino Unido e Alemanha dominam a maior parte desta produção. Se considerarmos as instituições científicas desses países, encontram-se o mesmo padrão hegemônico com destaques para o National Center for Atmospheric Research, Colorado, University of California e Princeton University nos EUA; University of East Anglia, Oxford e o Met Office, Hadley Centre for Climate Prediction and Research no Reino Unido e Potsdam Institute for Climate e Max Planck Institute for Meteorology na Alemanha, sugerindo que, devido à complexidade do tema, discutir as mudanças climáticas na escala global é consolidar um discurso hegemônico que reafirmam as lógicas capitalistas de produção, essas mesmas que são responsabilizadas por parte dessa mudança climática. A mídia, nesse contexto, atua como um agente legitimador de agendas públicas sobre o problema do aquecimento global, usando de pautas de notícias calendarizadas que privilegiam os discursos oficiais e as conferências científicas que denotam credibilidade aos meios utilizados para divulgar o tema. As notícias assumem o homem como principal responsável pelas mudanças climáticas utilizando de mensagens simbólicas geralmente carregadas com apelos morais. 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 esses aos alunos, denota maior ênfase ao aquecimento fruto das emissões de CO₂. O discurso midiático, no entanto, é utilizado apenas para ilustrar e entreter o aluno frente ao problema.

Palavras-Chaves: Mudanças Climáticas, Paradigma, Geopolítica, Ensino, Geografia do Clima.

ABSTRACT

The climate has experienced constant changes, historically. But the climatic change observed in recent decades has caused excitement in the sciences, economic, political and social context. The dissertation aims is understand better the issues related to climatic change, seeking to understand the agent speeches involved in the construction and dissemination of a global climate alert in order to uncover the political, scientific and social implications of an issue much debated in recent years. Study started from the creation of a database with paper published in four scientific journals (Brazilian Journal of Meteorological, Brazilian Journal of Climatology, Climatic Change and Theoretical and applied Climatology). Were cataloged and analyzed 635 papers searched with the keywords “global warming” during the period of 2000 to 2008. To analyze the media role were exploded the newspapers and magazines matters as Folha de S.Paulo, O Estado de S.Paulo, Veja and Época during the same period. To comprehend how the science and media have influenced the social comprehension about the theme were studied the basic school context interviewing teachers from the public and private schools of Presidente Prudente city. The results show us that global warming is a paradigm for the global climate change science since 60% of analyzed papers have consistent elements with the IPCC discourses and theory, and the 40% remaining show elements that enhanced the hypothesis of a Warmist Paradigm Anthropic. The four journals analyzed just the Brazilian Journal of Climatology show elements against a paradigmatic production, published papers that fall into the principle of a Natural Warming Paradigm. What must be emphasized is that the scientific literature about this subject has a hegemonic character with USA, UK and Germany dominating the most part of this production. If consider the scientific institutions in each countries are the same hegemonic standards with highlighted to National Center for Atmospheric Research, Colorado, University of California and Princeton University in USA; University of East Anglia, Oxford and Met Office, Hadley Centre for Climate Prediction and Research in UK; Potsdam Institute for Climate and Max Planck Institute for Meteorology in Germany. Which suggest that, due the complexity of the topic debate this theme in global scales is consolidate a hegemonic discourse that reaffirm the capitalist production logical, the same that are liable for part of this climatic change. In this context, the media act as a legitimator agent of a public schedule about the global warming problem using timetable news that favor the official speeches and conferences denoting scientific credibility to the means used to do the subject. The news assume the man as the main responsible for the climatic change using symbolic messages generally loaded whit moral appeals. In the basic education, teachers act as environmental educators. The global warming is generalized with the others environmental problems and even the teacher knowing both scientific paradigm and teach both to students denotes greater emphasis to the anthropogenic warming. The mediatic speeches, however, is used only to illustrate the problem to the students.

Keywords: Climatic Change, Paradigm, Geopolitical, Education, Climate Geography

Sumário

RESUMO	IX
ABSTRACT	X
LISTA DE FIGURAS	XII
LISTA DE QUADROS	XIII
LISTA DE GRÁFICOS	XIV
LISTA DE TABELAS	XIV
INTRODUÇÃO	1
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	5
CAPÍTULO I.....	9
A CIÊNCIA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	10
1. A MUDANÇA CLIMÁTICA GLOBAL COMO UM PARADIGMA.....	14
2. O PARADIGMA AQUECIMENTISTA ANTRÓPICO.....	17
2.1. <i>PROJEÇÕES DE UM CLIMA FUTURO.</i>	25
3. O PARADIGMA DO AQUECIMENTO NATURAL.....	31
3.1. <i>AS SÉRIES HISTÓRICAS.</i>	35
3.2. <i>CICLOS DE MANCHAS SOLARES;</i>	41
3.3. <i>VARIABILIDADE NATURAL DO CLIMA;</i>	45
3.4. <i>VULCÕES E AEROSSÓIS NATURAIS.</i>	48
CAPÍTULO II	52
O AQUECIMENTO GLOBAL COMO UM PARADIGMA PARA A CIÊNCIA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	53
1. O PERFIL GLOBAL DA CIÊNCIA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	53
2. A CIÊNCIA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS NO BRASIL;	75
CAPÍTULO III.....	84
A DIVULGAÇÃO E A CONSOLIDIAÇÃO DE UMA AGENDA PÚBLICA SOBRE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS	85
CAPÍTULO IV	103
A CIÊNCIA CLIMÁTICA NO CONTEXTO DA ESCOLA BÁSICA	104
CAPÍTULO V	122
O ENIGMA DO TERMÔMETRO: CRISE PARADIGMÁTICA?.....	123
CONSIDERAÇÕES FINAIS	128
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	131
ANEXOS.....	139

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Participação de cada gás de efeito estufa na absorção de energia solar.....	13
Figura 2. Componentes do Forçamento Radiativo para o ano de 2005	19
Figura 3. Anomalias anuais de temperatura de superfícies continentais de 1850 a 2005, relativas a média do período 1961-1990.....	21
Figura 4. Mudanças na temperatura, no nível do mar e cobertura de neve do hemisfério norte	22
Figura 5. Relação entre temperatura e concentração de CO ₂ como resultado do aumento das temperaturas médias globais.....	24
Figura 6. Médias Multimodelos e Intervalos Avaliados para o Aquecimento Superficial da Terra.....	27
Figura 7. Emissões antropogênicas (CO ₂ , N ₂ O, CH ₄ , S ₂ O) para os seis cenários ilustrativos SRES (A1, A2, B1, B2)	28
Figura 8. Projeção das temperaturas da superfície	31
Figura 9. Curvas da variação das temperaturas e dos teores médios de CO ₂	33
Figura 10. Distribuição mundial das estações climatológicas.....	35
Figura 11. Relação entre Temperatura Média e Número de Estações	36
Figura 12. Representação da má localização das estações meteorológicas do tipo MMT (Minimum Maximum Temperature Sensor) da base de dados NOAA.....	38
Figura 13. Estação de Orland, California, e dados de 1980-2000.....	40
Figura 14. Estação de Marysville, Califórnia e dados de 1980-2000.....	40
Figura 15. Correlação entre temperatura e eventos solares ao longo dos anos	43
Figura 16. Relação entre TSM e número de manchas solares.....	45
Figura 17. Impactos do El Niño e La Niña durante o verão e durante o Inverno.....	47
Figura 18. Impactos climáticos gerados por uma erupção vulcânica.....	50
Figura 19. Escalas geográficas do clima (tempo longo e tempo curto).....	67
Figura 20. Perfil da ilha de calor urbana (temp. em °C)	73
Figura 21. Linha do tempo do ano de 2001 do jornal Folha de S. Paulo	91
Figura 22. Linha do tempo do ano de 2007 do jornal Folha de S. Paulo	92
Figura 23. A Terra no Limite	95

Figura 24. Militantes do Consumo	96
Figura 25. Os sinais do Apocalipse	98
Figura 26. Sumário do Caderno do Professor da Rede Pública de Ensino.	105
Figura 27. Mosaico do Caderno do Professor da Rede Pública de Ensino	106
Figura 28. Questões sobre mudanças climáticas na rede privada de ensino.	107
Figura 29. Jornal Mundo, material de apoio utilizado na rede privada de ensino.....	108
Figura 30. Comparação das projeções de temperaturas globais.....	124
Figura 31. Reafirmação do Consenso Científico pela Revista Época	126

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Planilha utilizada para catalogar os artigos científicos produzidos.....	5
Quadro 2. Planilha utilizada para catalogar os artigos científicos produzidos.....	5
Quadro 3. Classificação dos Cenários Climáticos do Relatório Especial sobre Cenários de Emissões do IPCC	26
Quadro 4. Tarefas na Construção dos Problemas Ambientais	86
Quadro 5. Versão oficial apresentada pela mídia.....	101
Quadro 6. Como os professores entendem os conceitos de Mudança Climática e Aquecimento Global na Rede Pública de Ensino.	110
Quadro 7. Como os professores entendem os conceitos de Mudança Climática e Aquecimento Global na Rede Privada de Ensino.....	110
Quadro 8. Como os professores estão transmitindo tais conceitos para os alunos na Rede Pública de Ensino	112
Quadro 9. Como os professores estão transmitindo tais conceitos para os alunos na Rede Privada de Ensino	113
Quadro 10. Questões de Escala abordadas na Rede Pública de Ensino.....	115
Quadro 11. Questões de Escala abordadas na Rede Privada de Ensino.....	116
Quadro 12. Discursos políticos, econômicos e responsabilização do clima por problemas ambientais (mitigação e impactos) abordados na Rede Pública de Ensino	118

Quadro 13. Discursos políticos, econômicos e responsabilização do clima por problemas ambientais (mitigação e impactos) abordados na Rede Privada de Ensino 118

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Quantidade de artigos de acordo com cada conceito estabelecido.....	55
Gráfico 2: Quantidade de artigos que estabelecem o debate científico.....	57
Gráfico 3. Quantidade de artigos que apresentam modelos climáticos em diferentes escalas.....	69
Gráfico 4. Variação da Quantidade de Notícias nos jornais diários.....	90
Gráfico 5: Relação entre Produção Científica e Divulgação Midiática.....	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Publicações Conjuntas entre os países com menor expressividade na produção científica.....	63
Tabela 2. Principais instituições de pesquisa que publicaram na Climatic Change.....	64
Tabela 3. Principais instituições de pesquisa que publicaram na Theoretical and Applied Climatology.....	65
Tabela 4. Relação das Instituições de Pesquisa às quais pertencem os cientistas coordenadores dos capítulos dos trabalhos do Grupo de Trabalho I do IPCC.....	66
Tabela 5. A produção científica das mudanças climáticas no Brasil, segundo Instituições de Ensino.....	77
Tabela 7. Quantidade de matérias segundo classificação de interesse.....	93

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 que têm feito com 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 IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 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, através do estabelecimento de uma série histórica, conhecer o clima do presente e projetar um possível clima futuro, um processo extremamente complexo que gera muitas dúvidas.

Frente a essas 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 objetivo desse trabalho é entender melhor essas 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 nesse trabalho sobre 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 as dúvidas da sociedade sobre seu próprio futuro.

Assim, no capítulo 1, apresenta-se a discussão teórica sobre as mudanças climáticas globais. A fundamentação teórica neste capítulo apresenta um paradigma em que o homem assume um papel de protagonista nas alterações do clima, o que convencionou-se chamar de Paradigma Aquecimentista Antrópico. O outro paradigma considera que 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 qual se denomina de Paradigma do Aquecimento Natural.

No capítulo 2, a discussão permeia pelo paradigma adotado na ciência das mudanças climáticas. Porém, é, neste capítulo que se apresenta uma análise da geopolítica das mudanças climática, apresentando os principais países que determinam as regras do debate científico sobre as mudanças climáticas, as principais instituições de pesquisa destes 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 capítulo 3 traz a mídia para este contexto. Neste aspecto a mídia é considerada um agente fundamental na consolidação dos problemas ambientais, uma vez que é através dela que os formuladores de políticas conseguirão legitimar uma agenda pública sobre os problemas ambientais e, neste caso transformar as mudanças climáticas em Aquecimento Global.

Já, o capítulo 4, apresenta como o discurso científico e a forma como a mídia aborda essas questões tem sido incorporado pela escola básica. Aqui, apresenta-se a

análise do material didático tanto da rede pública, quanto privada de ensino, o papel do professor é debatido por meio de uma entrevista realizada com os mesmos. O professor possui meios de fomentar o debate e confrontar discursos hegemônicos que nada contribuem para o desenvolvimento de políticas públicas. Com isso, destacar-se-á o papel desse profissional para procurar entender como ele tem sido influenciado, ou não, pelo discurso midiático.

O capítulo 5 apresenta o atual momento da ciência, que sugere uma anomalia entre o que a ciência observa daquilo que a natureza nos mostra. 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, pretende-se 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-la nas escalas de repercussão e percepção dos impactos.



PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O ponto de partida foi o desenvolvimento de um banco de dados com os artigos publicados em quatro periódicos, sendo dois nacionais (Rev. Brasileira de Climatologia – RBC e Rev. Brasileira de Meteorologia - RBMET) e dois internacionais (Theoretical and Applied Climatology e Climatic Change), no período que compreende janeiro de 2000 a dezembro de 2008.

A pesquisa, no caso das revistas nacionais, se fez no site de cada periódico. No caso da RBC, por se tratarem de sete volumes, a busca foi feita manualmente, ou seja, em cada volume e em cada número, com o intuito de encontrar artigos que abordassem as mudanças climáticas globais e o aquecimento global. No site da RBMET, a busca foi feita através das palavras-chaves ‘mudança climática’ e ‘aquecimento global’, além de uma pesquisa em cada volume publicado. O recorte temporal foi o mesmo para todos os periódicos, porém, para a RBMET, o período de análise não se restringiu ao proposto de início, o que nos permite uma melhor compreensão da produção científica sobre o tema na meteorologia.

Os periódicos internacionais estão hospedados na base Springer. A pesquisa na base foi feita com a palavra-chave “global warming”. Somente alguns artigos estavam disponíveis para acesso livre, já que é uma base científica privada, portanto a análise desse material se constituiu na leitura dos abstracts e, quando disponível, do artigo na íntegra. A leitura de todos os artigos na íntegra não seria possível, uma vez que a quantidade de trabalhos catalogados é muito extenso e volumoso (635).

Os dados foram dispostos em algumas planilhas, conforme os Quadro 1 e Quadro 2, que possibilitaram diferentes tipos de análise.

Título do Periódico				
Artigo	Conceito	Escala	Debate os Conceitos?	Comentários
Título do Artigo	Mudança; Variabilidade; Adaptação; Impactos; Mitigação;	Global; Local; Regional	Apresenta visões de ambos os discursos científicos produzidos? Sim; Não;	Apresenta breves comentários sobre o conteúdo do artigo analisado.

Quadro 1: Planilha utilizada para catalogar os artigos científicos produzidos

Título do Periódico					
Autores	Instituição	Artigo	País	Volume	Ano

Quadro 2: Planilha utilizada para catalogar os artigos científicos produzidos

Após a fase de catalogação dos dados, deu-se início à etapa de análise. Com o auxílio do software EXCEL foram elaborados gráficos para melhor compreensão do conteúdo teórico. Foi criado um gráfico comparando a abordagem conceitual utilizada pelos dois periódicos internacionais. Também foram elaborados gráficos para compreensão das escalas abordadas pelos artigos publicados.

Buscando compreender a ciência climática como um paradigma, foi criado um gráfico que classifica a produção científica em suas diferentes abordagens teóricas, ou seja, se a produção científica analisada se assemelha ao paradigma antrópico ou natural.

Como parte desse debate, identificar os autores, as instituições científicas, o país e o ano de publicação em diferentes periódicos é essencial, pois essa identificação permite a produção de um mapeamento da produção da ciência da mudança climática no mundo. Esses mapas sobrepostos a um mapa da distribuição dos cientistas que compõe o “Working Group I” do IPCC por países, possibilitando refletir sobre quem participa do debate sobre as mudanças climáticas e quem dita às regras desse mesmo debate. O mapeamento foi feito com o software livre de cartomática PhilCarto.

Esses dados foram comparados com os dados publicados e divulgados pela mídia. Nesse sentido, foram analisados dados de dois jornais impressos (Folha de S.Paulo e O Estado de S.Paulo) e duas revistas semanais (Veja e Época), para o período de janeiro de 2000 a dezembro de 2008. A escolha por esses veículos específicos justifica-se pela grande quantidade de exemplares armazenados no acervo da Biblioteca da Faculdade de Ciência e Tecnologia de Presidente Prudente FCT/UNESP, além de possuírem grande circulação. A mídia, nesse caso, é considerada um agente legitimador das agendas públicas ambientais, uma vez que imprime notoriedade ou não para um problema ambiental.

Outra etapa fundamental é entender como o tema das mudanças climáticas globais é abordado pelo ensino de Geografia. Para isso, foi proposta uma entrevista aberta com os professores, tanto da rede pública quanto privada de ensino, para identificar como esses professores compreendem e ensinam o tema para seus alunos. Foram escolhidas, então, quatro escolas da rede pública de ensino junto à Diretoria de Ensino de Presidente Prudente, além de duas escolas da rede privada de ensino com um sistema apostilado. Foi elaborado um questionário aberto com nove questões suficientes para uma análise qualitativa das respostas. Vale ressaltar que a intenção, nesse caso, não é a quantificação dos dados, até porque a amostra é relativamente pequena para se

apresentar dados estatísticos, mesmo que ainda seja possível. Para melhor compreender as respostas também foram analisados os materiais didáticos disponíveis.

O roteiro criado para a entrevista consiste em algumas perguntas objetivas que tem como intuito analisar o tratamento que é aplicado pelos professores ao tema das mudanças climáticas globais, sendo elas:

1. O que você entende ser mudança climática global?
2. O que você entende por Aquecimento Global?
3. De que forma procura abordar o tema com os alunos?
4. Em quais séries?
5. Quais as Fontes?
6. Se o professor não apresentar uma diferenciação clara dos conceitos (mudança, variabilidade, efeito estufa) deve ser perguntado: Procura conceituar, elucidando as diferentes definições entre os conceitos de efeito estufa, mudança climática?
7. Utiliza de Mídias? Quais?
8. Aborda questões de escala geográfica e escalas climáticas para abordar o tema?
9. Utiliza de debates políticos e econômicos em algum momento para elucidar os discursos científicos?

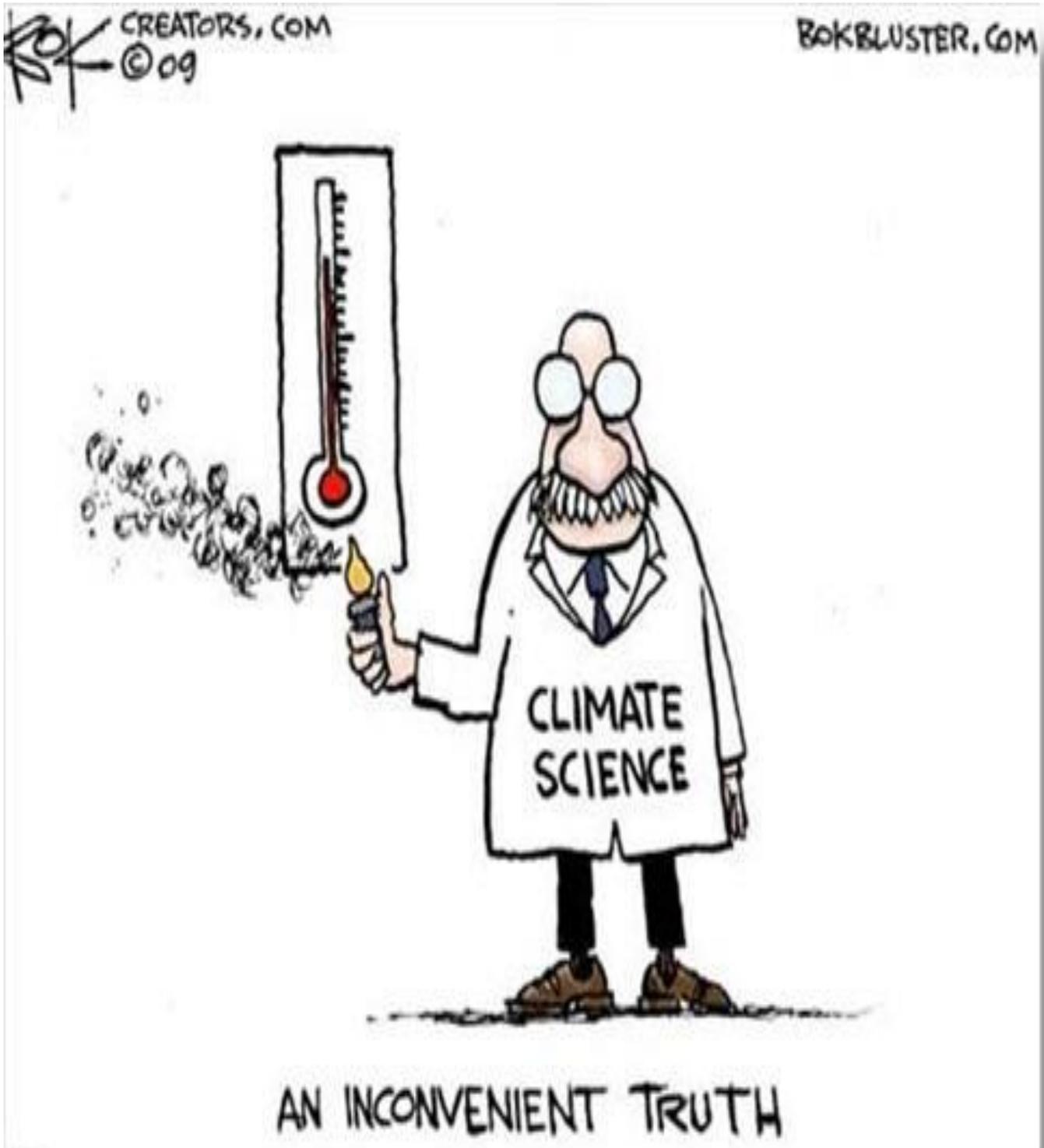
Nas escolas, todas as entrevistas foram gravadas e transcritas conforme consta anexo a esse trabalho. A análise das entrevistas seguiu a metodologia proposta por Bardin e expressa por Maria Laura P. B. Franco (2008) no livro *Análise de Conteúdo*, além de algumas leituras complementares ao livro. Foi adotada tal metodologia uma vez que essa permite ao pesquisador analisar de forma consistente e imparcial o conteúdo das respostas obtidas nas entrevistas além de permitir a análise das entrelinhas através do conteúdo latente das respostas. Para isso, foram criadas algumas categorias de análise. *“A categorização é uma operação de classificação construtiva e um conjunto, por diferenciação seguida de um reagrupamento baseado em analogias, a partir de critérios definidos”* (FRANCO, 2008, p.59), e trata-se de um momento crucial para a análise de conteúdo.

Para trabalhar com o tema das Mudanças Climáticas Globais com os professores tanto da rede pública quanto da rede privada de ensino, partiu-se da seguinte questão: Como os professores estão incorporando o discurso produzido pela ciência e pela mídia na criação de sua própria concepção sobre o Aquecimento Global?

As categorias de análise, que se adotaram para trabalhar o material produzido nas entrevistas, foram criadas a priori e durante a leitura do material. Foram criadas quatro categorias, sendo que a primeira procura agrupar elementos similares nas respostas dos professores sobre “Como os professores entendem os conceitos de Mudança Climática e Aquecimento Global”; a segunda categoria vai identificar nas respostas elementos similares sobre “Como os professores estão transmitindo tais conceitos para os alunos” uma vez que o professor pode desmistificar muitos fatos e conteúdos tratados pela mídia; como um dos problemas levantados pelo trabalho é a questão da escala, uma categoria vai procurar elementos capazes de relacionar tais problemas a “Questões de Escala”; e, por fim, uma categoria mais geral para identificar “Discursos políticos, econômicos, responsabilização do clima por problemas ambientais (mitigação e impactos)”.

As escalas nesse sentido são compreendidas como dimensão *geográfica* e, também, como dimensão *geográfica do clima*. A escala geográfica, nesse contexto, é entendida além de uma medida de representação cartográfica e, considerando a polimorfia do espaço, problematizar as relações entre processos e fenômenos de naturezas distintas e amplitudes diversas (CASTRO, 2000). A escala geográfica do clima é entendida como “processo dinâmicos dotados de atributos altamente sensíveis aos ritmos, variações e alterações de todas as formas terrestres, atmosféricas e cósmicas que de alguma forma exercem ou provocam qualquer tipo de interferência no sistema climático” (SANT’ANNA NETO, 2010).

O dimensionamento de todos esses elementos isoladamente e em conjunto permite a compreensão da dinamicidade e da complexidade do tema que envolve as mudanças climáticas globais, sendo possível inferir de alguma forma nos discursos produzidos seja científico, midiático ou político sobre o Aquecimento Global.



CAPÍTULO I

CAPÍTULO I

A CIÊNCIA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Engana-se aquele que pensa na ciência das mudanças climáticas como algo inédito e original na história. Nesse capítulo, apresentam-se as bases teóricas, ou pelo menos parte dela, utilizada pelos cientistas ao formular seus trabalhos sobre as mudanças climáticas globais.

Para começar a entender as bases fundamentais do desenvolvimento da ciência que envolve o Aquecimento Global, precisa-se 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 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 energia chamada de fótons. Quando os fótons da radiação são absorvidos por um alvo, ele tem o 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 a Terra a temperaturas extremamente altas. Para que a temperatura média da terra se mantenha 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). Esse processo é extremamente significativo para compreender o Aquecimento Global, pois é através da interação entre a energia absorvida e a energia infravermelha liberada pelos corpos para a atmosfera é 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 estufa de aproximadamente 60°C (SPENCER, 2009, p. 73). Porém,

muito antes do estado 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, num 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, numa movimentação que expressa uma demonstração básica da Lei da Termodinâmica.

Esse princípio é fundamentado, também, no fato de que a forma 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 através 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 se torna o principal gás estufa, sendo simultaneamente responsável pelo aquecimento do planeta (SPENCER, 2009, p.77).

No balanço energético Sol-Terra nota-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 de gases tem como mais importantes o nitrogênio, oxigênio, 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 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 e 35 quilômetros da atmosfera, e varia de acordo a latitude, sendo a variação de sua concentração praticamente nula na região do equador e de grande concentração nos polos. Isso se dá, pois o ozônio é formado a partir da interação da radiação ultravioleta e as moléculas de oxigênio. Assim, as moléculas de oxigênio se rompem e os átomos separados combinam-se individualmente com outras moléculas de oxigênio. Esse processo de

formação ocorre na camada entre 40 e 50 quilômetros, mas sua concentração máxima é encontrada entre 15 e 35, pois a radiação solar destrói parte do ozônio formado. Mas, devido a algum mecanismo de circulação o ozônio é transportado para camadas na qual a probabilidade de destruição é menos provável (AYOADE 1986, p.16), ou seja, o ozônio é um gás formado a partir da interação entre radiação ultravioleta e oxigênio, e nada aparece em relação aos CFCs (Cloro Flúor Carbonetos), gases utilizados em refrigeração.

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

Com relação ao CO₂, gás mais importante para o aquecimento do planeta segundo o IPCC, esse 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 cerca de 0,04% variável com o tempo. O dióxido de carbono é constantemente trocado entre a atmosfera e o oceano, e essa troca pode ser expressa de três formas: absorção ou lançamento de dióxido de carbono devido à mudança de solubilidade (o dióxido de carbono 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 dióxido de carbono nas águas superficiais durante a formação de conchas calcárias dos organismos marinhos (ONÇA, 2011, p.75).

O vapor d'água, o dióxido de carbono, 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 nítida como cada GEE (Gás do efeito estufa) interage e absorve radiação em diferentes comprimentos de onda, e é a partir desses pressupostos que são embasadas a teoria tanto de cunho aquecimentista quanto cética a toda essa mudança que vem passando o planeta nos últimos anos.

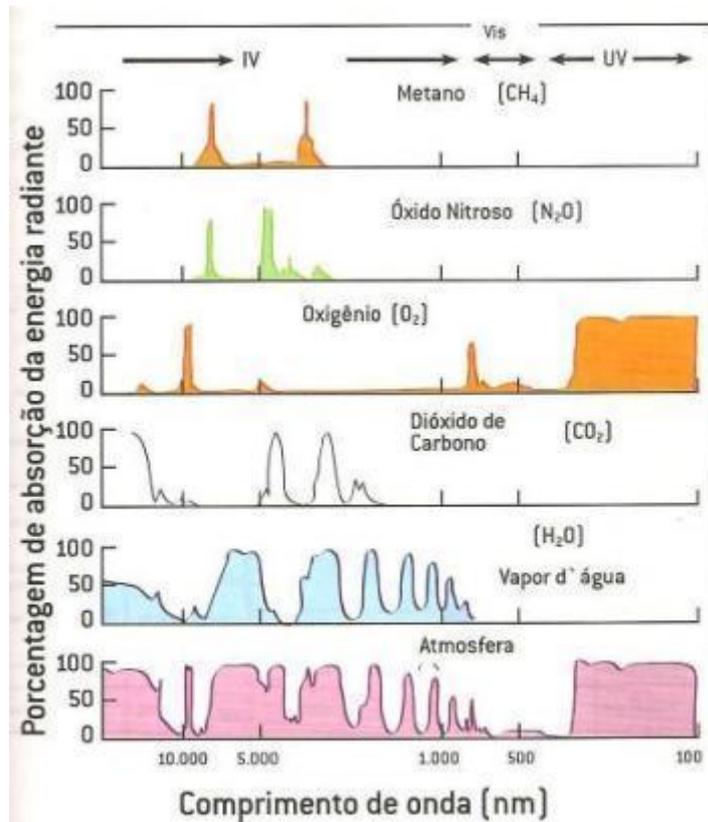


Figura 1. Participação de cada gás de efeito estufa na absorção de energia solar. Fonte: BAPTISTA, 2009, p.33.

Há, entretanto, uma série de outros elementos que combinados à composição química da atmosfera e ao balanço energético Sol-Terra desempenha papel de manutenção ou mudança climática e merecem no mínimo serem lembrados. Isso porque o sistema climático 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, juntamente 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 vai determinar como a radiação incidente vai retornar 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, é um controlador climático extremamente importante, pois realiza trocas de gases com a atmosfera, é um excelente estoque de carbono dissolvido, e pela 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 acaba se tornando um elemento extremamente complexo na análise climática (ONÇA, 2011).

Essa complexidade, no entanto, ao mesmo tempo em que é fascinante e incentivadora, nos coloca numa armadilha já conhecida, a grande quantidade de incertezas geradas na ciência climática. Quanto mais se conhece 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.

1. A MUDANÇA CLIMÁTICA GLOBAL COMO UM 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, porém nem sempre esses questionamentos respondem as incertezas ou rompem com uma teoria pré-estabelecida, mas contribuem para o desenvolvimento e 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 para fundamentar esse trabalho.

Para Kuhn, paradigmas são “realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência” (2005, p. 13). Ou seja, são os processos, métodos e 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 (KUHN, 2005). No caso das mudanças climáticas globais, da forma como se apresenta, o paradigma vai se consolidar, 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 se dispersava ao atravessar os aerossóis e chegou à conclusão que os gases essenciais como o oxigênio, hidrogênio e o nitrogênio eram quase transparentes a radiação emitida, enquanto o vapor d’água, o dióxido de carbono e o ozônio eram mais susceptíveis à absorção de energia radiante e que, mesmo em pequenas quantidades, poderiam absorver mais energia que a própria

atmosfera (FLEMING, 1998). Mas, é com Arrhenius (1896) e suas famosas pesquisas sobre os efeitos do dióxido de carbono e o equilíbrio radiativo da Terra que a teoria do aquecimento antropogênico ganha 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, temporalmente distribuída por séculos (ONÇA, 2011). Mas, ao contrário do que se pensa, Arrhenius não estava preocupado com os desdobramentos do aumento da concentração de CO₂. Como aponta o 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, somente em 1938 é que a relação entre atividades humanas e o clima retoma papel de destaque, quando Callendar apresenta 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. Artigo que foi recebido com grande ceticismo na comunidade científica. Essa relação, no entanto, veio a ser melhor 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 se aumenta a concentração do CO₂, aumenta-se a temperatura efetivamente, mas, diferente de Arrhenius e Tyndal, 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” (SANTOS, 2007, 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 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 respectivamente. 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 CO₂, ou seja, historicamente, em períodos mais quentes, havia índices mais altos de dióxido de carbono na atmosfera, porém qual 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 Tyndal, 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 ONU, também se 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 (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 através das emissões de Gases do Efeito Estufa 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 diferem. Nesse sentido, a análise da ciência da mudança climática global foi proposta sobre o pressuposto da disputa de dois paradigmas, buscando contribuir para o debate científico numa perspectiva geográfica (admitindo que essa seja uma ciência que se propõe a analisar a interação da sociedade com a natureza e a forma como essa se apropria do espaço geográfico).

2. O Paradigma Aquecimentista Antrópico

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

O IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), principal instituição científica dessa ciência paradigmática, realiza estudos climatológicos desde 1988 quando fundado e financiado pela ONU (Organização das Nações Unidas). Desde então, foram publicados cinco relatórios técnicos, científico e políticos mostrando resultados e avanços que poderiam explicar a natureza do aquecimento atual e reafirmar a necessidade de adaptação ou não frente a tais mudanças hoje tidas como catastróficas e nunca antes vista na história da Terra. Desde o FAR (First Assessment Report) publicado em 1990, 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, na compreensão maior de que a complexidade do sistema climático é algo ainda extremamente longe de ser dominada na sua totalidade pelos bancos de dados climáticos mais conceituados no meio científico.

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 numa teia tridimensional de pontos na superfície da terra. Os GCMs (Global Climate Models) são os modelos mais utilizados em diferentes centros de pesquisas do mundo todo e rodado em diferentes escalas e com diferentes interações. Trata-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 AOGCMs (Atmosphere-

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.

Ocean General Circulation Model). 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” (IPCC, 2007, 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” (IPCC, 2007).

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), ou seja, 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 atual quando simulados em modelos apenas a variável natural, ou seja, sem a presença de cenários de grandes emissões de GEE, porém quando o cenário de simulação dos modelos agregam 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 CO₂ apresenta um forçamento positivo de 1,83 W//m², porém as nuvens poderiam cancelar esse efeito com forçamento negativo de -1,8 W/m².

Dentre os gases estufa antrópicos, o dióxido de carbono é o mais importante. E, conforme vem sendo constatado pelas atuais medições e pelas medidas obtidas pela paleoclimatologia através 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 dióxido de carbono em 2005 ultrapassa em muito a faixa natural dos últimos 650.000 anos (180 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 10 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.

Componentes do Forçamento Radiativo

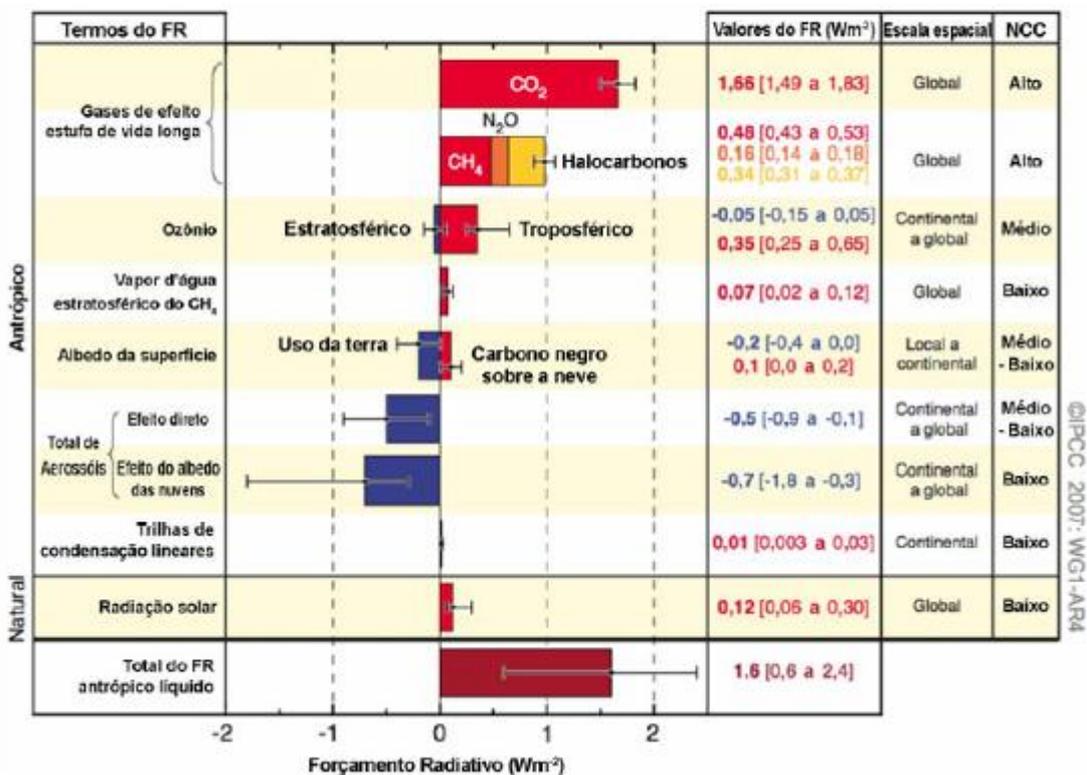


Figura 2. Componentes do Forçamento Radiativo para o ano de 2005. Fonte: IPCC, 2007, p.6

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°C [0,4°C a 0,8°C]. A tendência linear de aquecimento ao longo dos últimos 50 anos (0,13°C [0,10°C a 0,16°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°C [0,57°C a 0,95°C]. Os efeitos das ilhas de calor urbano são reais mas locais, exercendo uma influência insignificante (menos de 0,006°C por década sobre a terra e zero sobre os oceanos) nesses valores. {3.2} (IPCC, 2007, p.8)

O relatório ainda apresenta uma correlação entre as medidas de superfície com aquelas feitas por balões e satélite 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.

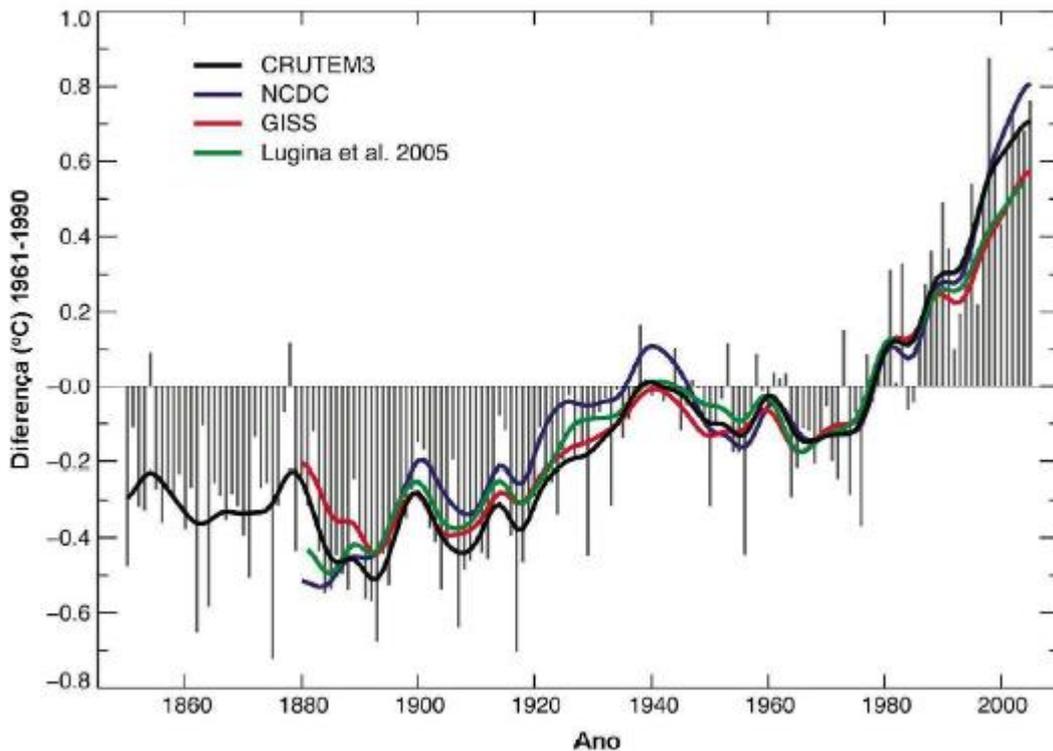


Figura 3. Anomalias anuais de temperatura de superfícies continentais de 1850 a 2005, relativas a média do período 1961-1990. Fonte: IPCC, 2007.

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 vindo 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 300 metros, além de que os oceanos têm absorvido cerca de 80% de todo o calor acrescentado no sistema climático. Esse fenômeno faz com que a água se expanda 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 em quase o dobro da taxa global nos últimos 100 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 com cerca de 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 uma aumento na temperatura do topo do permafrost que chega a 3°C na região do Ártico.

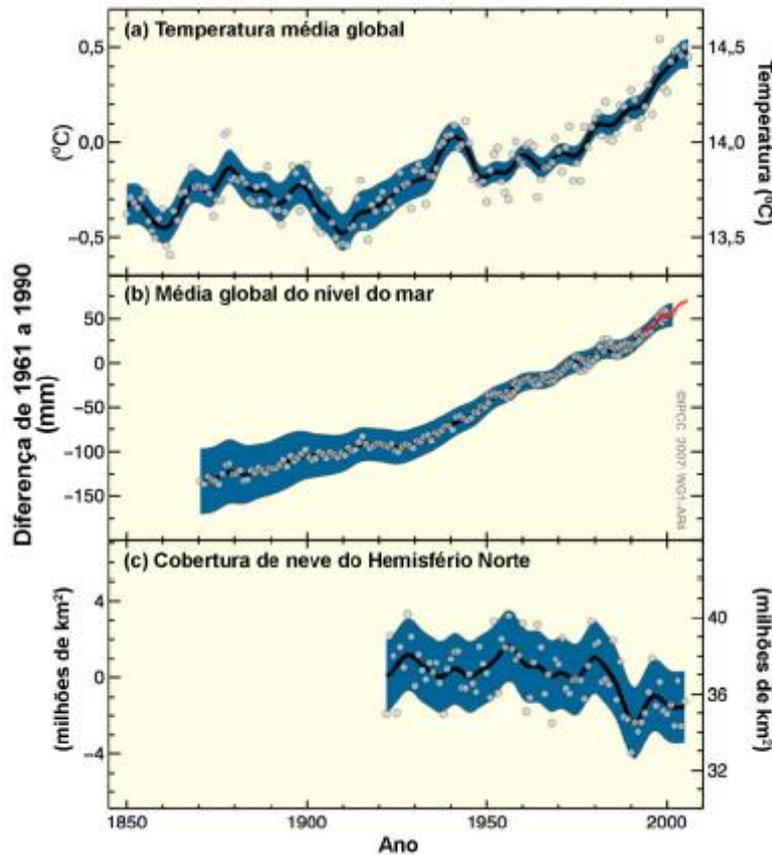


Figura 4. Mudanças na temperatura, no nível do mar e cobertura de neve do hemisfério norte. Fonte: IPCC, 2007, p. 9.

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 ainda aponta que tendências de precipitação apresenta 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 se tornando mais doces, enquanto nas baixas latitudes, estaria acontecendo exatamente o contrário, com maior salinização da área.

Secas mais intensas e mais longas vem sendo observadas desde a década de 1970, especialmente nos trópicos e região subtropical. Esse fenômeno foi associado à diminuição da precipitação com associação do 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 ressaltar é o aumento dos episódios de precipitação extrema que tem aumentado a cada ano, 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 o número de dias e noites quentes e ondas de calor, como aponta o AR4.

Também foram notadas, 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 AR4 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 afirma 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, granizo, tempestade de poeira e fenômeno como 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 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 se dava 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 CO₂, com dados obtidos a partir da análise de cilindros de gelo de Vostok na Antártica. O Relatório ainda aponta que a influência humana se expande para outros aspectos do clima, como o aumento das temperaturas dos oceanos, temperaturas extremas e padrões dos ventos.

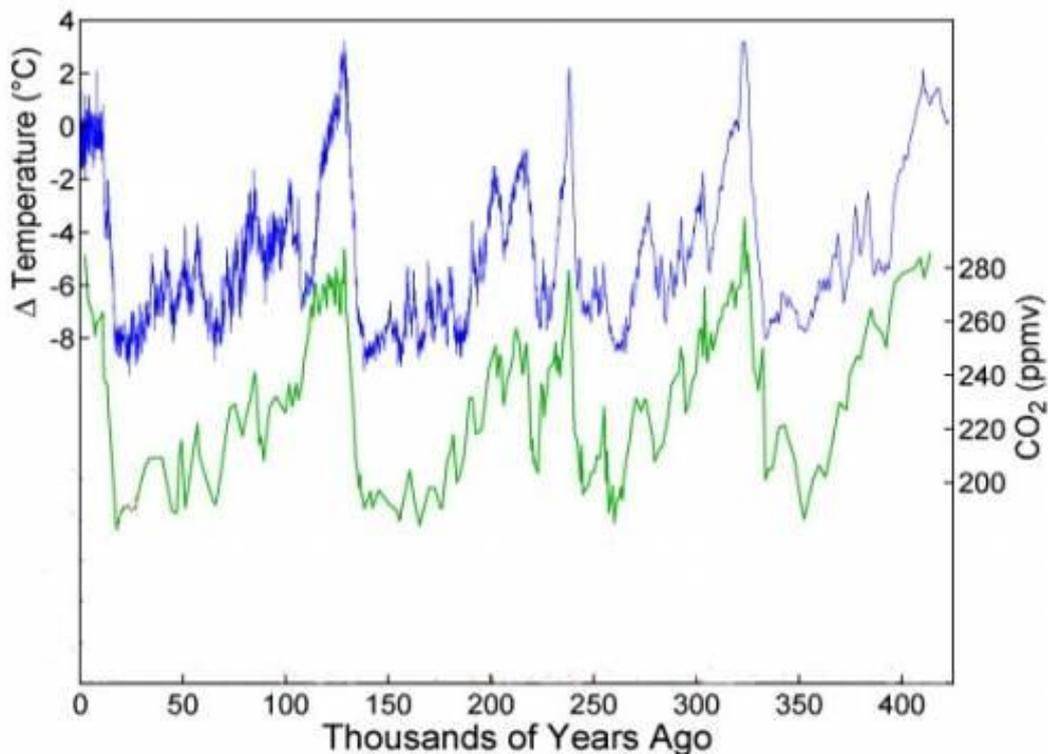


Figura 5. Relação entre temperatura e concentração de CO₂ como resultado do aumento das temperaturas médias globais. Fonte: IPCC, 2001.

Segundo o Relatório, 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 aerossóis 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 50 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, 2007).

2.1. Projeções de um clima futuro.

Para realizar as projeções climáticas o IPCC utiliza-se dos cenários de emissões. Esses cenários representam uma simulação possível do desenvolvimento futuro das emissões de substâncias que têm um efeito radiativo potencial (gases de efeito estufa, principalmente o CO₂, aerossóis), baseados numa combinação coerente e internamente consistente de hipóteses sobre forçantes controladoras como demografia, desenvolvimento sócio econômico 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 3.

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.

Quadro 3: Classificação dos Cenários Climáticos do Relatório Especial sobre Cenários de Emissões do IPCC. Fonte: IPCC, 2007

O Quarto Relatório do IPCC aponta que, mesmo com a estabilização das emissões nos padrões dos anos 2000, o clima aqueceria a uma proporção de cerca de 0,1° C por década até 2100. Mas, para uma faixa de emissão dos cenários do RECE esse padrão sobe para 0,2°C por década. Desde os primeiros relatórios, esse aquecimento era

estimado na faixa de 0,15°C a 0,3°C para o período de 1990 a 2005 e, segundo os resultados apresentados, essa faixa se confirmou em 0,2°C o que deu mais confiança às projeções de curto prazo feitas pelos modelos.

A nova avaliação das faixas *prováveis* agora se baseia 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°C (a faixa *provável* é de 1,1°C a 2,9°C), e a melhor estimativa para o cenário alto (A1FI) é de 4,0°C (a faixa *provável* é de 2,4°C a 6,4°C), de acordo com a Figura 6. Embora essas projeções sejam amplamente condizentes com a faixa mencionada no TAR (1,4 a 5,8°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.

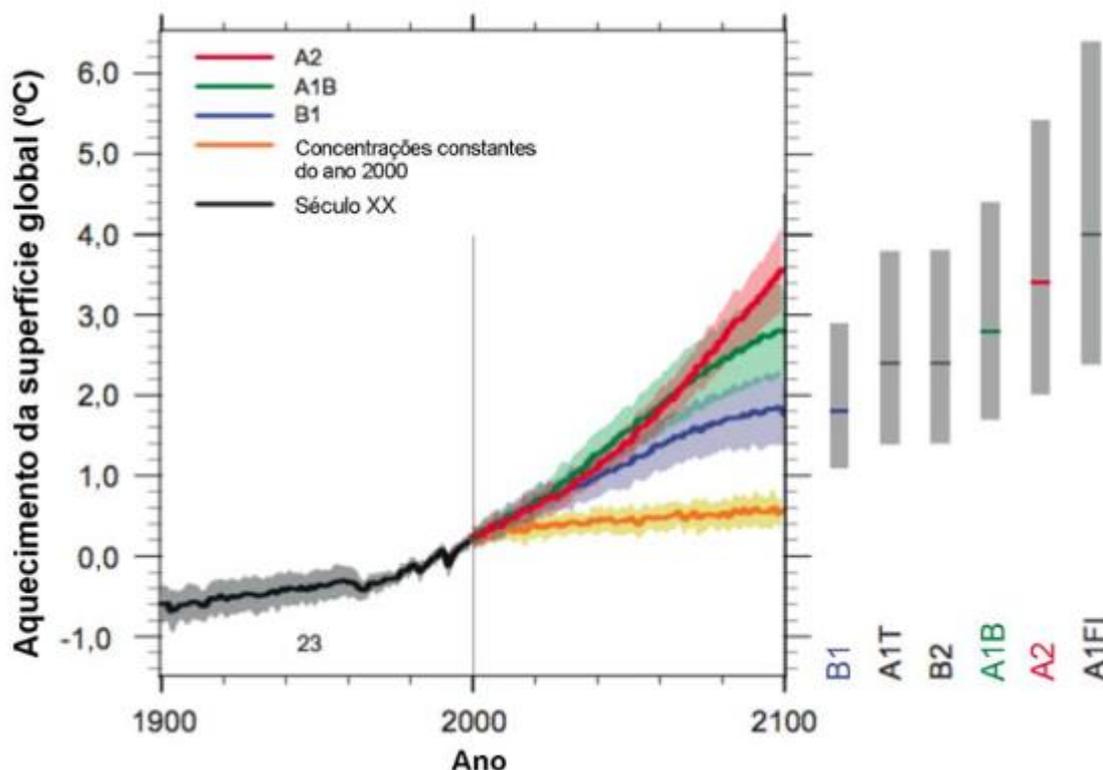


Figura 6: Médias Multimodelos e Intervalos Avaliados para o Aquecimento Superficial. Fonte: IPCC, 2007.

Se as emissões de GEE e aerossóis de origem antrópico continuarem na mesma proporção dos padrões atuais ou acima deles acarretaria 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°C em 2100. No gráfico da Figura 7 está apresentado às projeções de emissões futuras de acordo com cada cenário do RECE para melhor compreensão da gravidade do problema apontado pelo relatório do IPCC.

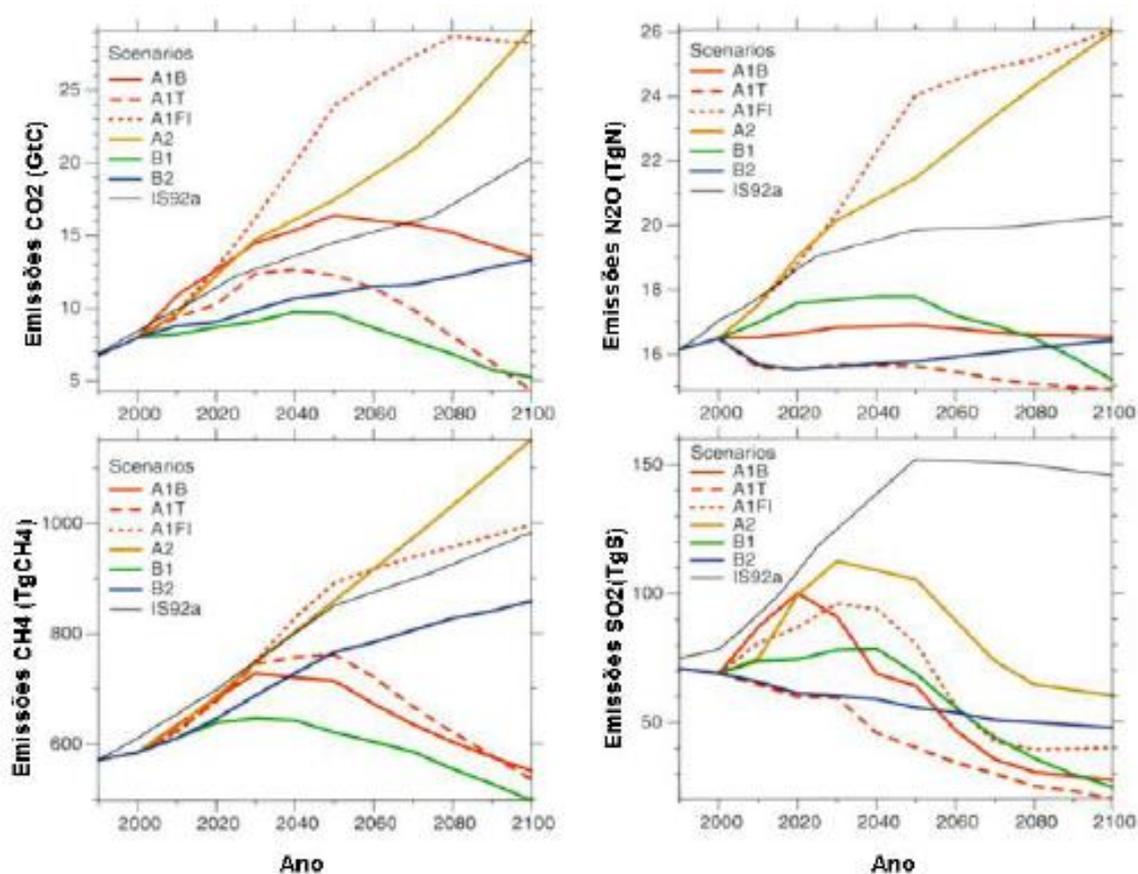


Figura 7: Emissões antropogênicas (CO₂, N₂O, CH₄, S₂O) para os seis cenários ilustrativos SRES (A1, A2, B1, B2). Fonte: IPCC, apud MARENGO, 2007

Sendo assim, as conclusões são objetivas. O aquecimento projetado revela padrão geográfico independente dos cenários, mostrando que o aquecimento 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 aquecimento das temperaturas dos oceanos e principalmente do Atlântico Norte, os modelos apontam 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.

Apointa-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 da quantidade de chuvas nas regiões subtropicais. Para o Cenário A1, por exemplo, é provável que essa redução alcance redução de cerca de 20%.

Outra mudança observada tem relação à Circulação Oceânica Meridional (COM) da circulação 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 ainda afirma 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 CO₂ na atmosfera à medida que o sistema climático se aqueça. Segundo o IPCC (2007):

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 CO₂) para aproximadamente 490 [375 a 600] Gt C (1800 [1370 a 2200] Gt CO₂). 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 CO₂) para cerca de 1100 [980 a 1250] Gt C (4030 [3590 a 4580] Gt CO₂)

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 EMCIS (Earth System Model of Intermediate Complexity) e um grande número de AOGCMs, para os cenários do RECE, essa elevação varia entre 0,18 para o Cenário B1 até 0,59 metros para o Cenário A1F, em que as temperaturas atingiriam cerca de 4°C acima das médias atuais. Essa projeção foi feita para o período de 2020 a 2029 e 2090 a 2099, sendo essa relativa ao período de 1980 a 1999, conforme resultados apresentados na Figura 8.

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 125.000 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 passadas quanto às 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 acima, de acordo com o Quarto relatório do IPCC (2007).

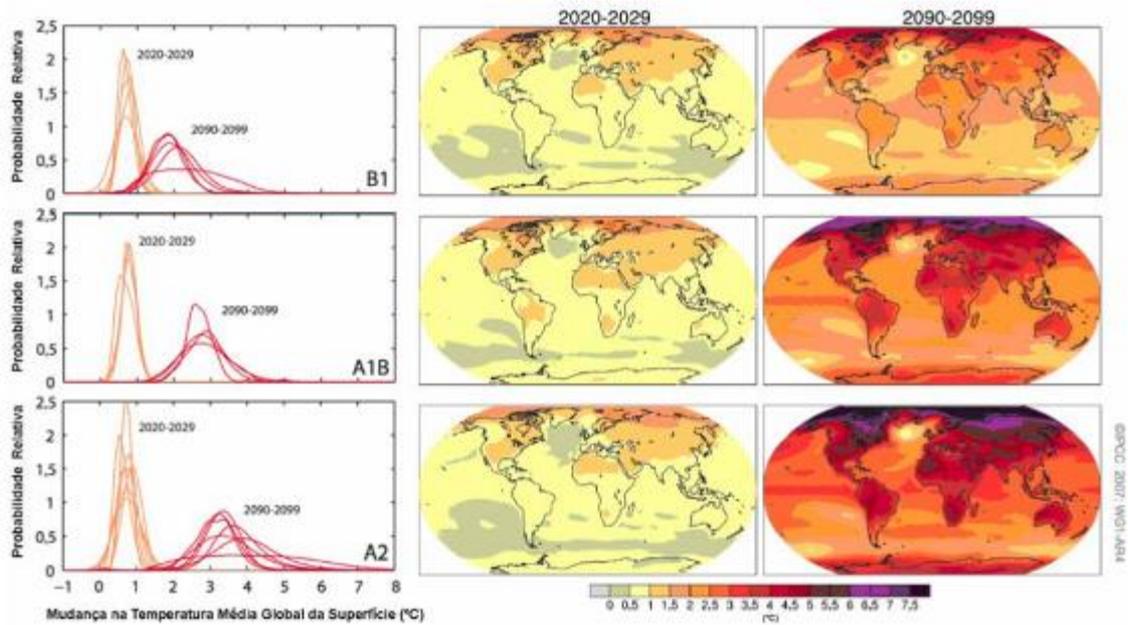


Figura 8: Projeção das temperaturas da superfície. Fonte: IPCC, 2007.

3. O Paradigma do Aquecimento Natural

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

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

O aquecimento de $0,7^{\circ}\text{C}$ na média global pode ser oriundo de diversos fatores e não como afirma 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 uma 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 de 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 através de diversos elementos naturais que, combinados a variáveis antrópicas, causariam um aumento na temperatura. Porém, o papel do homem é muito inferior ao sistema climático da terra.

As bases do paradigma então não se resumem às relações entre emissões de GEE e aumento na temperatura. O CO₂ não deveria ser o foco dos argumentos científicos. E, até mesmo, essa relação entre aumento da temperatura e concentração de CO₂ é estabelecida sob uma ordem inversa.

De fato, as concentrações de CO₂ na atmosfera aumentaram significativamente nos últimos anos passando do que era limitado entre 180 e 300 ppm para cerca de 379 ppm. Hoje, se estima que esteja na ordem de 400 ppm. Os cientistas do IPCC atribuem esse aumento às atividades humanas, afirmando que a queima de combustíveis fósseis e 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 causas naturais como os 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 CO₂. O aumento anual de CO₂ 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 CO₂ e é praticamente consenso na comunidade científica tal afirmação, mas para muitos cientistas essa relação está invertida. Maruyama (2009) 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 CO₂, enquanto a linha contínua, as mudanças de temperatura.

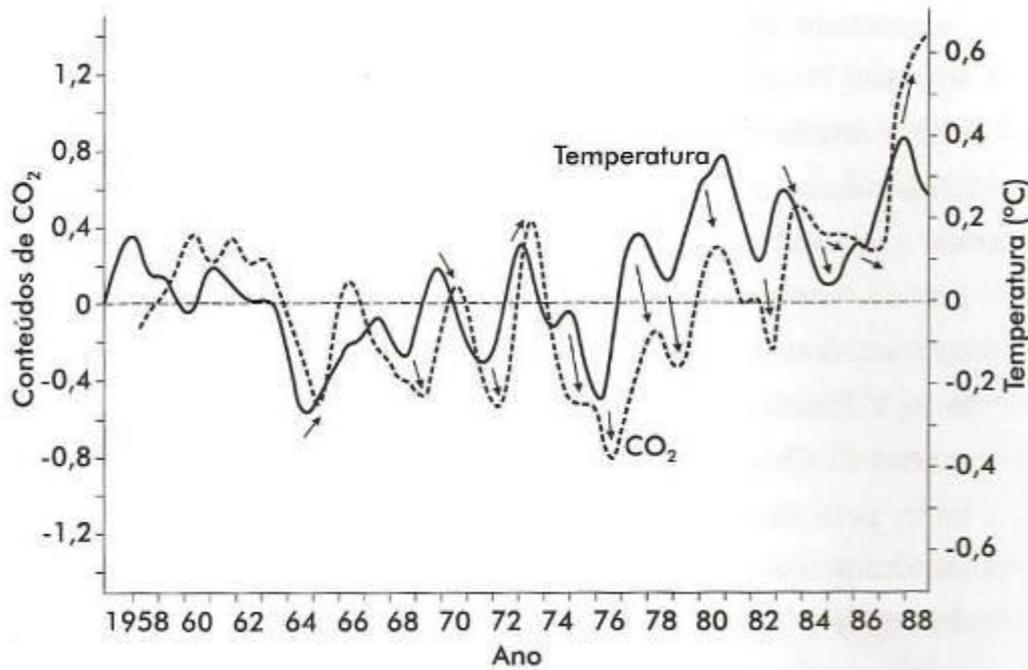


Figura 9: Curvas da variação das temperaturas e dos teores médios de CO₂. Fonte: MARUYAMA, 2009, p.39.

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 a direita da linha contínua o que permite essa conclusão. Segundo Maruyama, 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 ainda nos apresenta um exemplo bem didático para entender e comprovar 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 são compostas pelos oceanos. Quanto maior for a temperatura da água, menor a capacidade do oceano de armazenar CO₂, portanto maiores quantidades desse gás escaparão para a atmosfera, enquanto, quanto menor a temperatura, maior a quantidade de CO₂ 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 CO₂ apresenta historicamente uma variação na sua concentração muito grande, o que dificulta apresentar qualquer padrão de aumento ou diminuição como mostra 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 e 380 ppm com uma média anual de 315 a 331 ppm. E ainda vale ressaltar que se trata de um período pós Segunda Guerra Mundial, ou seja, a Europa passava por um período de 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 os períodos de 1935 a 1950 a concentração de CO₂ na atmosfera esteve muito mais alta que o presente, com picos de elevação em 1825, 1857 e 1942 que registrou concentrações superiores a 400 ppm.

Porém, as referências utilizadas pelo IPCC para abordar as questões da concentração de CO₂ são as da estação de Mauna Loa no Havaí, medições essas feitas pelo método de espectroscopia de infravermelho, com as medições 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 pode ser confundido com dióxido de carbono 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 dióxido de carbono (PLIMER, 2009 *apud* ONÇA, 2011).

No que se refere aos dados da estação de Mauna Loa, esta mesma foi colocada numa 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 CO₂, sem considerar o fato de que os oceanos são uma grande fonte colossal desse gás.

3.1. As Séries Históricas.

O posicionamento e a concentração das estações meteorológicas pelo mundo é um dos primeiros pontos plausíveis de se destacar. Nota-se que a maior parte dessas estações se concentra no Hemisfério Norte, continente esse que concentra 69% das terras emersas do planeta.

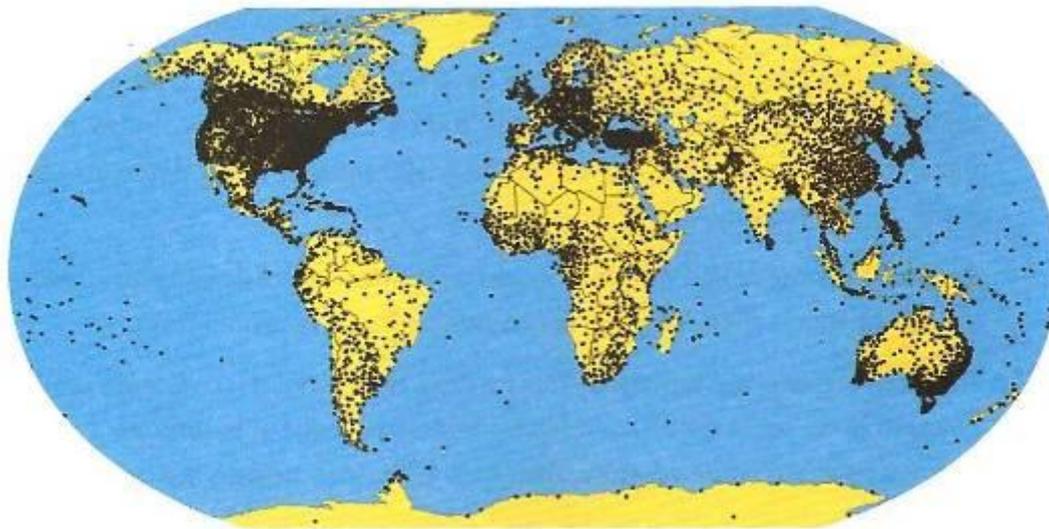


Figura 10: Distribuição mundial das estações climatológicas. Fonte: Baptista, 2009, p.48.

Na Figura 10, há um total de 7.200 estações ativas num 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 CO₂, isso porque é de conhecimento de todos que a temperatura nas áreas rurais geralmente é muito inferior a das áreas urbanas, pois a concentração de material construtivo altera o albedo e cria um micro clima 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.

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).

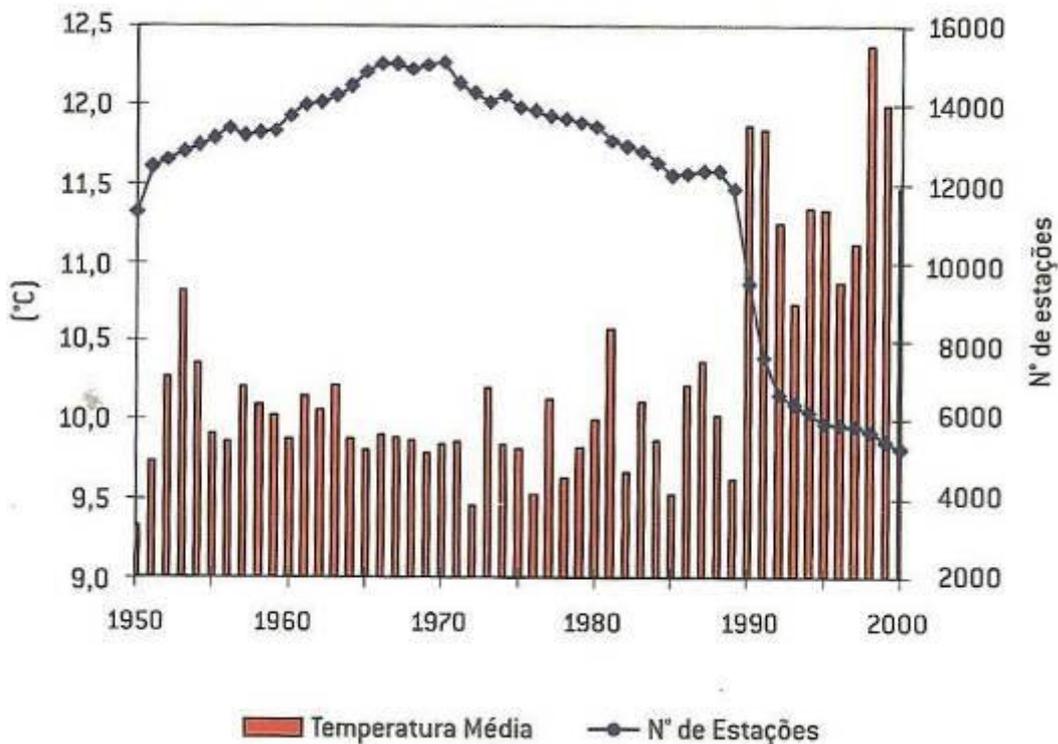


Figura 11: Relação entre Temperatura Média e Número de Estações. Fonte: Baptista, 2009, p.50.

É importante ressaltar que, para se realizar análises temporais de temperaturas, é necessário que as condições iniciais se mantenham, ou seja, o entorno da estação coletora de dados se mantenha 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 a mesma, se descobre 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. Conseqüentemente, 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 EUA, e salientou que em 30 anos de pesquisa, nunca havia se preocupado com as estações da NOAA, uma das bases de dados mais relevantes do IPCC, até que ele começou a encontrar estações meteorológicas próximas a exaustores de refrigeração, próximas a fontes de queima de combustíveis, em estações de tratamento de esgoto, dentre 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 no albedo e na emissão de ondas longas e conseqüentemente nos dados. A estação de Hood River possui, dentro do abrigo meteorológico, uma tocha de propano e um béquero além, é claro, do sensor (BAPTISTA, 2009, p.69-74).



Figura 12: Representação da má localização das estações meteorológicas do tipo MMT (Minimum Maximum Temperature Sensor) 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 no desaparecimento do efeito. Há uma série de estudos que apontam e comprovam esse efeito e, sem dúvida alguma, se intensificou 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, como já foi mostrada na análise do relatório do IPCC, os efeitos das UHI são desconsiderados pelo mesmo, apontando que sua influência para o clima global é praticamente desprezível, com algo que gire em torno de $0,006^{\circ}\text{C}$. Essa conclusão foi tirada por 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 $0,05^{\circ}\text{C}$ por século, algo desprezível e que, portanto, não contaminaria a série histórica. Peterson, buscando avançar, analisa uma série de 1989 a 1991 de uma base de dados de 289 estações meteorológicas. Após corrigir os dados, chegou à conclusão de que quando os dados não são ajustados a diferença entre o rural e o urbano chega a $0,31^{\circ}\text{C}$, porém quando ajustados às médias, ela passa a ser de $0,04^{\circ}\text{C}$, o que passa 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.

Voltando às estações catalogadas por Watts (2007), e nos apropriando do exemplo utilizado por Baptista (2009), se propõe um exercício de comparação entre duas estações da USHCN localizadas na Califórnia para ilustrar como o efeito de ilha de calor podem sim exercer grande influencia sobre a série de dados (Figura 13 e Figura 14). A análise é da estação de Orland, que opera no mesmo local há 100 anos, na mesma região, e que segue praticamente todas as diretrizes estabelecidas pela 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, esta, 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.

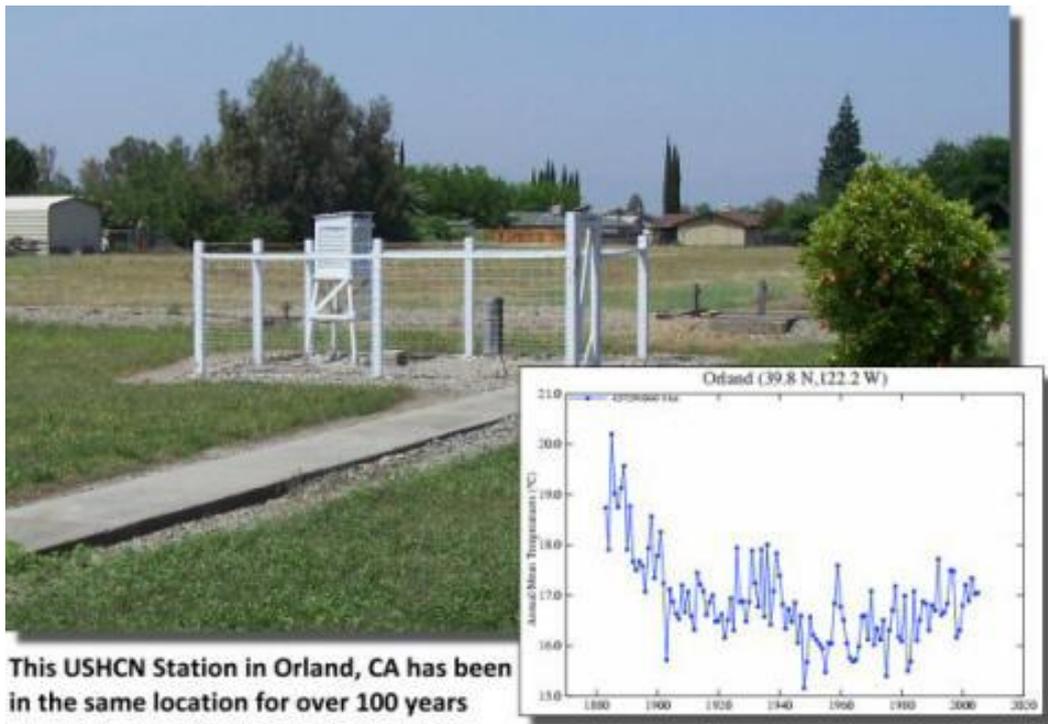


Figura 13: Estação de Orland, Califórnia, e dados de 1880-2000. Fonte: Anthony Watts (2007) In. www.surfacestations.org

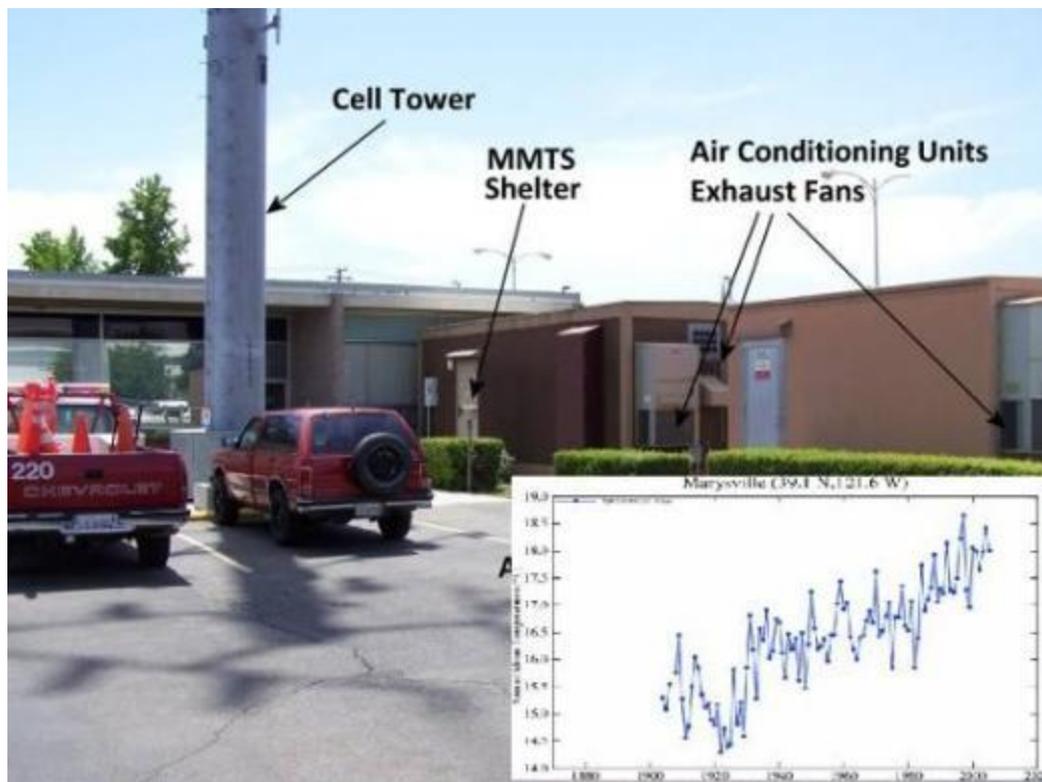


Figura 14: Estação de Marysville, Califórnia e dados de 1980-2000. Fonte: Anthony Watts (2007) In. www.surfacestations.org

Vale lembrar que uma única estação meteorológica não representa uma série histórica ou uma base de dados de anos. Mas, para exercício de demonstração, fica nítida a influência estabelecida pelos elementos do urbano sobre os dados destas estações, da mesma forma como grande parte dessas estações, como mostrou o estudo de Watts, estão localizadas em áreas impróprias. Watts mostra que de 850 estações meteorológicas da NOAA inspecionada 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 apresentadas, notam-se dois padrões de temperaturas na base obtida pela estação de Orland, localizada sob as normas das diretrizes específicas estabelecidas pela 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 através das médias, seja ela mensal ou anual. A temperatura da Terra é um dado extremamente variável, alcançando todos os dias registros de -60°C a $+40^{\circ}\text{C}$. 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 $0,15^{\circ}\text{C}$, o que para um aquecimento médio de $0,5^{\circ}\text{C}$ significa um valor muito alto. Um efeito desse 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).

3.2. Ciclos de Manchas Solares;

O Sol é a fonte primária de energia da Terra e contribui com 99,998% de toda a energia da Terra. Mas, 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 11 anos e se constituem em 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, o que faz com que elas emitam 15% mais energia que a média da fotosfera, o que acaba compensando a deficiência provocada pelas manchas e, muitas vezes, superam esse decréscimo, alcançando um pico máximo de irradiação aproximadamente a cada 11 anos (Echer, Rigoso, Nordeman, Vieira, Presses, De Faria, 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 blindar melhor o Sistema Solar interno [Kivelson e 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 e SCHATTEN, 1997 *apud* ECHER, RIGOSO, NORDEMAN, VIEIRA, PRESSES, DE FARIA, 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 e 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 a aquela estabelecida pelo IPCC entre temperatura e carbono para os períodos de intensa atividade solar e as altas temperaturas, se conseguem resultados impressionantes, conforme ilustra a Figura 15,

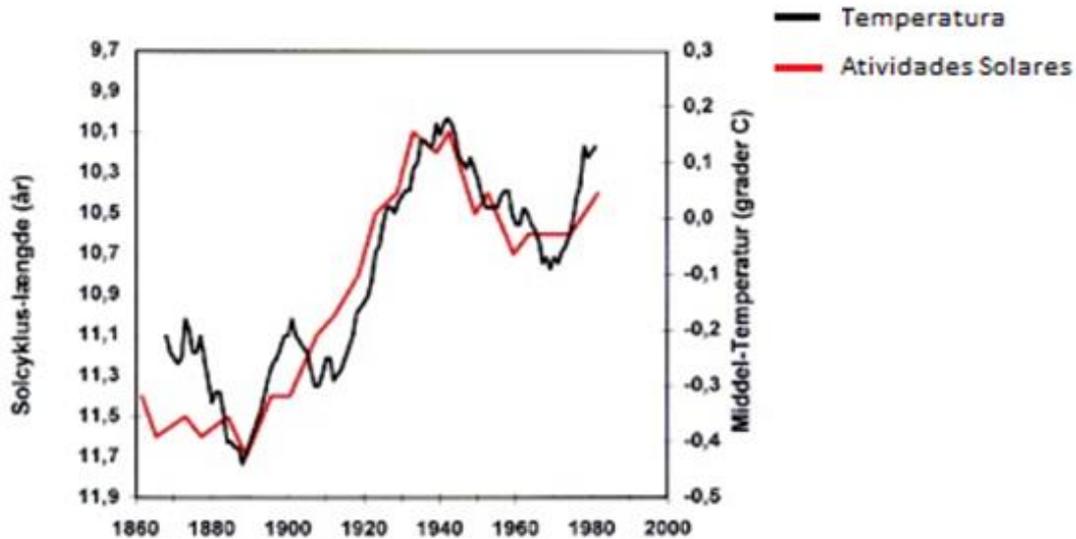


Figura 15: Correlação entre temperatura e eventos solares ao longo dos anos. Fonte: Friis-Christensen, Lassen, 1991.

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 o período 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 começam uma variação positiva decrescente tanto da atividade solar quanto da temperatura.

Para Corbyn (2009):

The main periodical solar activity effect - the largest observed periodicity present in world temperature data - is the 22 years cycle (driven by sun-earth magnetic connectivity). Hence for about half the time, the 11 years cycle of solar activity of particles, sunspots and radiation will move with temperature and half the time moves against it. This is well known to solar and climate scientists. All the pseudo-scientists have done is essentially choose time spans where the two move in opposite directions and ignore demonstrated correlations on longer time spans. Those who do this are either unbelievably ignorant of their own subject or deliberately deceptive (2009).

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 11 anos seria de 1,5 W/m², o que produziria uma alteração de 0,1°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 1915 e 1964, anos em que as temperaturas se mostraram 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 12 anos, e o mínimo de Maunder é verificado nos mesmos períodos de clima mais frio, aproximadamente a Pequena Era Glacial na Europa (ONÇA, 2011, p.108).

Reid (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.

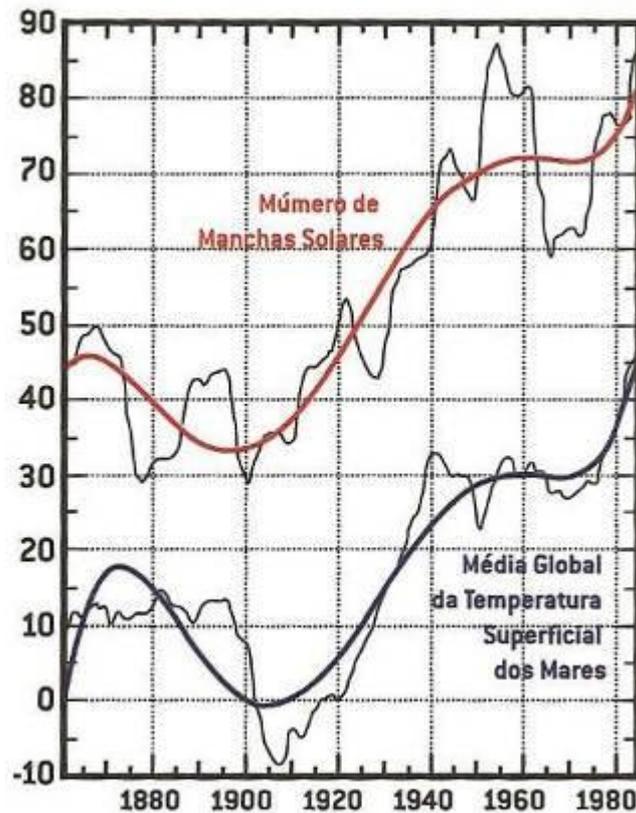


Figura 16: Relação entre TSM e número de manchas solares. Fonte: Baptista, 2009.

3.3. Variabilidade Natural Do Clima;

A variabilidade climática da Terra é considerada um fator de extrema relevância quando se aborda 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. Dentre algumas dessas interações, identificam-se fenômenos como os ENOS, a ODP (Oscilação Decadal do Pacífico), NOA (Oscilação do Atlântico Norte, sigla em inglês), dentre outros.

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 6

a 18 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 do El Niño pode ser considerado cíclico, mas esse ciclo não apresenta padrões regulares, podendo aparecer num período de 2 a 7 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 num 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 em 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, Sul e Sudeste (MARENGO, 2007), 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 (MARENGO, 2007).

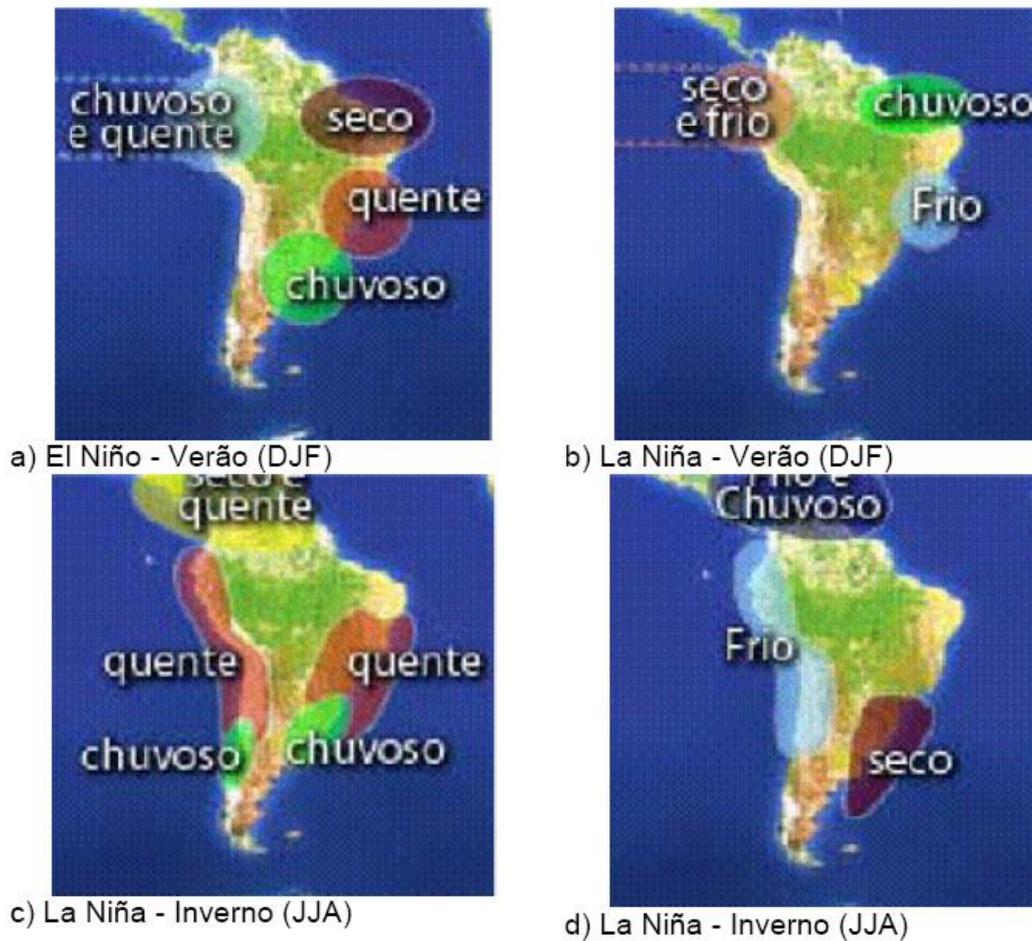


Figura 17: Impactos do El Niño e La Niña durante o verão (DJF) e durante o Inverno (JJA). Fonte: (www.cptec.inpe.br/enos/)

Outro padrão essencial para a 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 20 a 30 anos sendo, portanto um modo de variabilidade de baixa ou baixíssima frequência (KAYANO e ANDREOLI, 2009; MANTUA e 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 altera 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), reproduzido por Molion (2006), as temperaturas médias globais tiveram um aumento com a ocorrência de eventos El Niño e diminuíram com a sua antípoda La Niña. Segundo ele, ainda no auge do fenômeno em 1997/1998, as temperaturas globais chegaram a apresentar anomalias positivas de cerca de 0,75°C e, durante a sua antípoda de 1984/85, as temperaturas caíram cerca de 0,5°C.

3.4. 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 alterando 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 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 dos mesmos nem sempre são oriundo de mesma fonte, sendo que 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 a sua análise através 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, de origem dos desertos e locais em desertificação, o sal marinho, que atua diretamente na formação de nuvens e de chuvas, material particulado industrial, oriundos 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 de aerossóis nas cidades para melhoria da qualidade do ar, por exemplo, acarretaria num aumento imediato de 0,8°C, isso porque os raios solares chegariam, com a redução dos aerossóis, com mais facilidade a superfície (IPCC, 2007 *apud* ONÇA, 2011).

Outra fonte inesgotável de emissão de aerossóis é representada pelos vulcões. Quando os vulcões entram em erupção, eles 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 se espalha 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 Chichon no México, o desenvolvimento dessa erupção causa alterações no clima. Poeira e gases que são lançados diretamente na troposfera em sua maioria, é lavada em dias ou semanas, porém, os aerossóis que são injetados na estratosfera, entre 30 e 40 quilometro de altitude, em especial os decorrentes de dióxido de enxofre, causam um resfriamento da superfície bloqueando a 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.101-102)

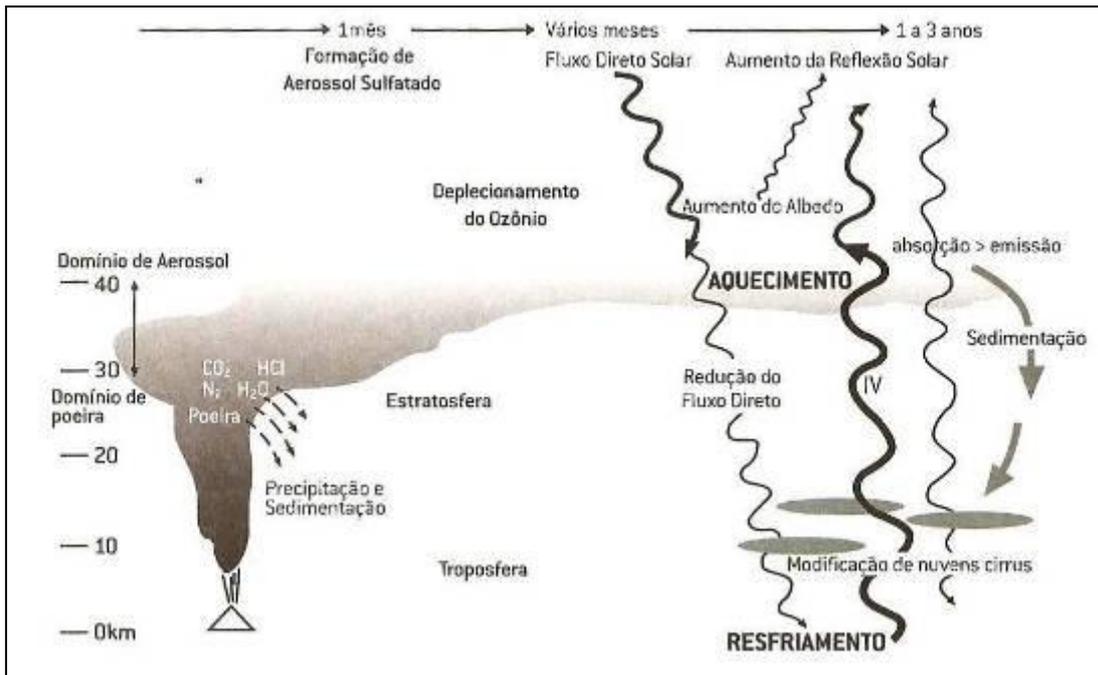


Figura 18: Impactos climáticos gerados por uma erupção vulcânica. Fonte Baptista, 2009 p. 102.

Considera-se que existem para o clima dois tipos de vulcões, os difusivos e os explosivos. Os vulcões difusivos são aqueles que emitem continuamente lavas, 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 lavas e gases que se dissolvem nas águas profundas do oceano, cuja química e efeitos climáticos 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 as erupções causam um padrão de mudança de temperatura tanto vertical quanto horizontalmente, esse desvio de temperatura associado à forçante vulcânica pode muitas vezes se associar aos fenômenos como o El Niño e intensificar alguns efeitos climáticos já causados por fenômenos como esse ou até mesmo retardar.

Segundo Onça (2011), 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 lançando expressivas quantidades de cinzas e óxidos de enxofre na atmosfera seguidos de meses ou anos de resfriamento. O aquecimento provocado pelo fenômeno do El Niño de 1982/83, por exemplo, foi amenizado devido às erupções do Vulcão El Chichon.

Em suma, os paradigmas apresentados se fundamentam na relação entre emissões de CO₂ e temperatura. As teorias de Tyndall (1863) e Arrhenius (1896) abordam a relação entre temperatura e CO₂ como causa, ou seja, a elevação das temperaturas seriam resultados do aumento da concentração desse gás na atmosfera. Porém, questionando essa relação Shackleton apresenta essa relação como consequência, ou seja, o aumento do CO₂ seria resultado do aumento da temperatura. Outros elementos, como a variabilidade natural do clima, as séries históricas de desvios de temperatura, 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.



CAPÍTULO II

CAPÍTULO II

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

1. O perfil global da ciência das Mudanças Climáticas

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

O jornal científico Theoretical and Applied Climatology possui Fator de Impacto (JCR)² 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 se relacionam com a biosfera, além dos efeitos dos aerossóis antropogênicos e naturais ou constituintes vestigiais gasosos; hardware e elementos de medições meteorológicas, incluindo técnicas de sensoriamento remoto, entre outros temas de interesse atual. Já, a Revista Científica Climatic Change possui fator de impacto (JCR) 3,634 e dedica-se à totalidade dos problemas de mudança e variabilidade climática. Seu Editor-Chefe é Michael Oppenheimer da Princeton University, EUA e tem, como objetivo, fornecer um meio de intercâmbio entre aqueles que trabalham em diferentes disciplinas sobre problemas relacionados com as variações climáticas. Suas conclusões iniciais fundamentam-se a partir de modelos, experimentos, observações, abordagens teóricas, estruturas, aplicações e métodos relevantes para o debate em diferentes disciplinas relacionadas³.

A Revista Brasileira de Climatologia possui Qualis Capes B1 e seu Editor-Chefe é o Prof. Dr. Francisco Mendonça da Universidade Federal do Paraná. Teve sua primeira edição no ano de 2005 e tem, por objetivo, divulgar artigos inéditos produzidos

² 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).

³ Informações disponíveis na base científica Springer (<http://www.springer.com/>) no link de cada periódico citado.

por pesquisadores e docentes que atuam na área de Climatologia Geográfica, Meteorologia, Ecologia, Agronomia, Engenharia, 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/INPE⁴.

A partir de uma pesquisa realizada nos banco de dados desses periódicos com a palavra chave “global warmig” e “aquecimento global”, foram identificados alguns artigos que foram dispostos em uma base de dados. A análise de todos os artigos catalogados foi realizada por critérios de classificação elaborados para facilitar o desenvolvimento desta fase do trabalho. Um dos critérios utilizados foi a identificação dos conceitos, evitando uma confusão teórico-conceitual. Como base para análise, utilizou-se os conceitos de mudança climática, variabilidade climática, adaptação, mitigação e impactos, buscando identificar com quais conceitos cada artigo têm trabalhado.

Outro critério que se julgou importante foi a escala adotada nos artigos publicados. A questão da escala é um problema levantado pelo próprio IPCC em seus relatórios. Uma 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 pelo 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 vem sendo desenvolvidos realmente estão abordando a escala global? Historicamente, o clima foi estudado partindo das escalas inferiores chegando à escala planetária. Essa inversão hierárquica dos estudos climáticos representa realmente as condições do clima global?

Tomando como ponto de partida a produção científica sobre as mudanças climáticas globais, 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

⁴ Informações disponíveis nos sites de cada revista, respectivamente: <http://www.rbmet.org.br/>
<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/revistaabclima>

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 da ISI pesquisados com a palavra chave ‘mudança climática’. A conclusão é a de que 75% dos artigos aceitavam um consenso científico sobre as emissões de 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 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 à origem. Cook analisou 11944 artigos entre 1991 e 2011 do banco de dados Web of Knowledge.

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

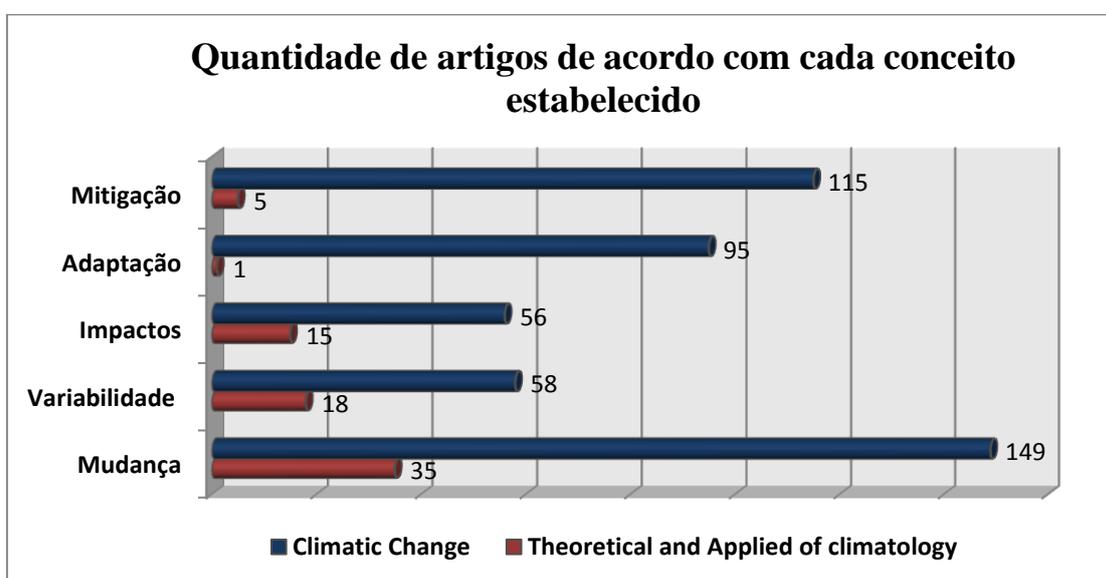


Gráfico 1: Quantidade de artigos de acordo com cada conceito estabelecido

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. Nota-se que a maior quantidade de artigos aborda o conceito de mudança climática. Na abordagem desse conceito, 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 artigos fazendo menção a mitigação e 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 climática 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%. 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 AOGCMS com um Modelo de Balanço de Energia (EBM), buscando reduzir as incertezas geradas com a modelagem climática. Grieser conclui que o aquecimento alcança altos índices de significância devido a não consideração de padrões espaciais de mudança climática, ou seja, “global anthropogenic climate change due to GHG forcing can be detected at a high level of significance without considering spatial patterns of climate change⁵” e que se considerar as forçantes naturais como erupções vulcânicas e solares juntas podem também gerar índices de mudança climática considerável’.

Essa análise conceitual nos fornece elementos essenciais para as análises futuras, a principal delas é o perfil da produção científica sobre as mudanças climáticas. Conforme os resultados iniciais apresentados, um dos objetivos era de identificar se a comunidade científica comungava da teoria de que as emissões de CO₂ antropogênicas seriam as responsáveis pelo aquecimento verificado. A análise consistiu, além da identificação da abordagem conceitual e dos resultados apresentados pelos artigos, em responder se os artigos debatiam os conceitos com argumentos que contraponha a teoria inicial do aquecimento antrópico. O resultado é semelhante aos apresentados como

⁵ Mudanças Climáticas antropogênicas globais, devido ao forçamento do GHG, são detectadas em alto nível de significância sem considerar padrões espaciais de mudança climática (tradução nossa).

ponto de partida, ou seja, 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, ou seja, dos 635 artigos analisados tanto em periódicos nacionais quanto internacionais se alcançou tais resultados.



Gráfico 2: Quantidade de artigos que estabelecem o debate científico

Para melhor compreensão, tomam-se 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 that⁶’ ou ‘it’s probable that⁷’. O artigo ‘Progress on incorporating climate change into management of California’s water resources⁸’ publicado no periódico *Climatic Change* (Vol, 87 Issue 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 EUA que busca uma série de ações de preservação ambiental e combate às mudanças do clima no país. Outro artigo trata dos impactos causados pela criação de renas no e pelo aquecimento do planeta, apesar da série de pesquisas mostrando que os

⁶ É cada vez mais evidente (tradução nossa)

⁷ É provável que (tradução nossa)

⁸ O Progresso ao incorporar a mudança climática na Gestão dos Recursos Hídricos da Califórnia.

impactos são extremamente baixos, a pesquisa segue chegando a 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, a poluição e a silvicultura (Vulnerability of European reindeer husbandry to global change, *Climatic Change*, Vol. 87, issue 1-2, 2008).

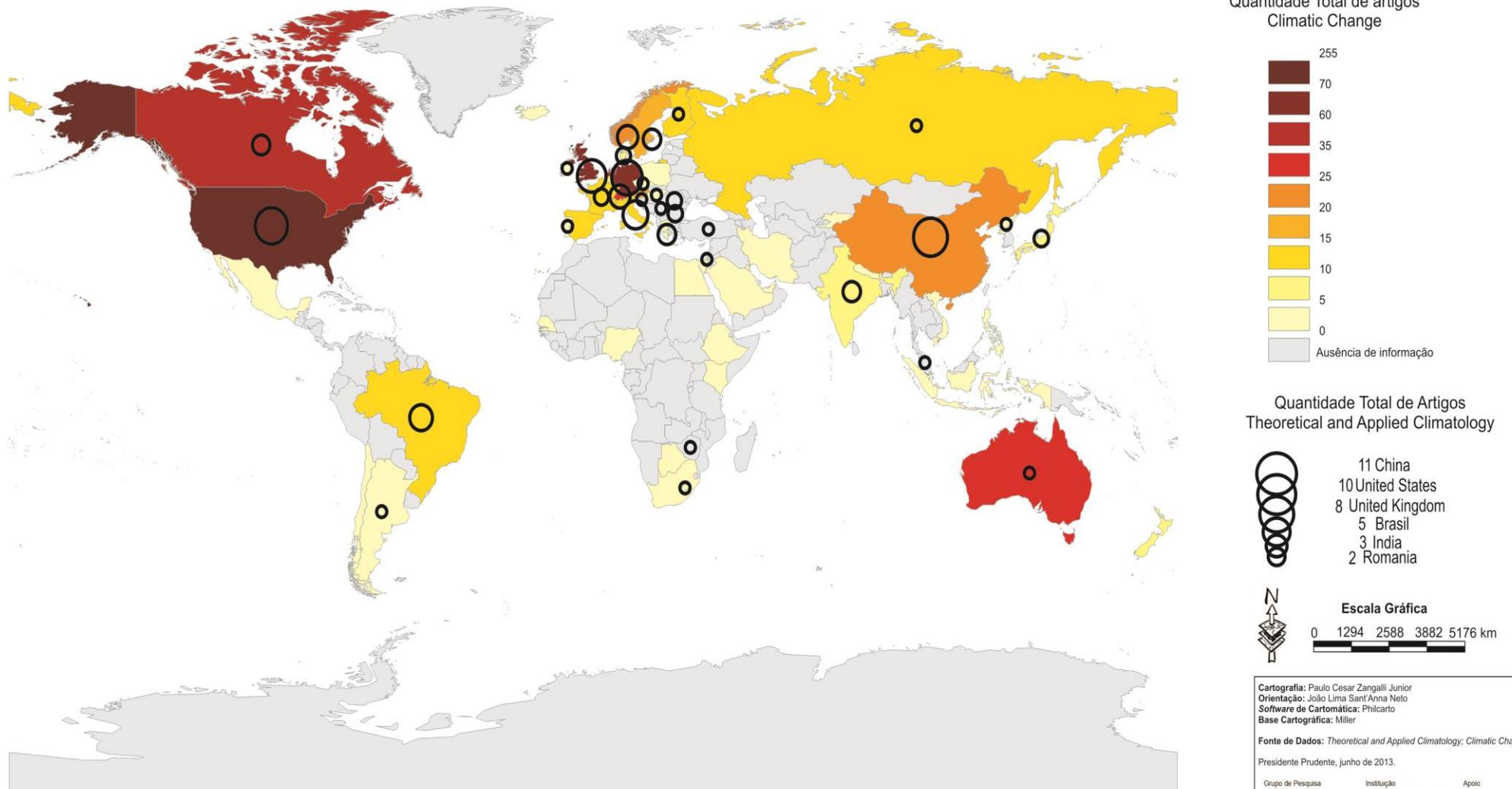
Com essa conclusão, fica evidente a inversão de princípios ou de ações, uma vez que se procura investigar quais as consequências possíveis de uma mudança climática global dentro dos piores ou melhores cenários, muitas vezes deixando de lado os reais problemas que afetam de fato um objeto de estudo, nesse caso o pesquisador teve a sensibilidade para perceber tal impacto. Será esse mesmo o caminho para a solução de problemas ambientais? Problemas globais necessitam soluções globais e consequente diminuição da autonomia local frente aos 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, na qual a relação entre concentração de CO₂ e temperatura se estabelece como causa e não efeito, 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 chamaria esse período de “ciência normal”, que consiste numa fase de estabilidade e consolidação das teorias do paradigma e, enquanto esse estiver resolvendo os problemas que a realidade os coloca, permanecerá estável.

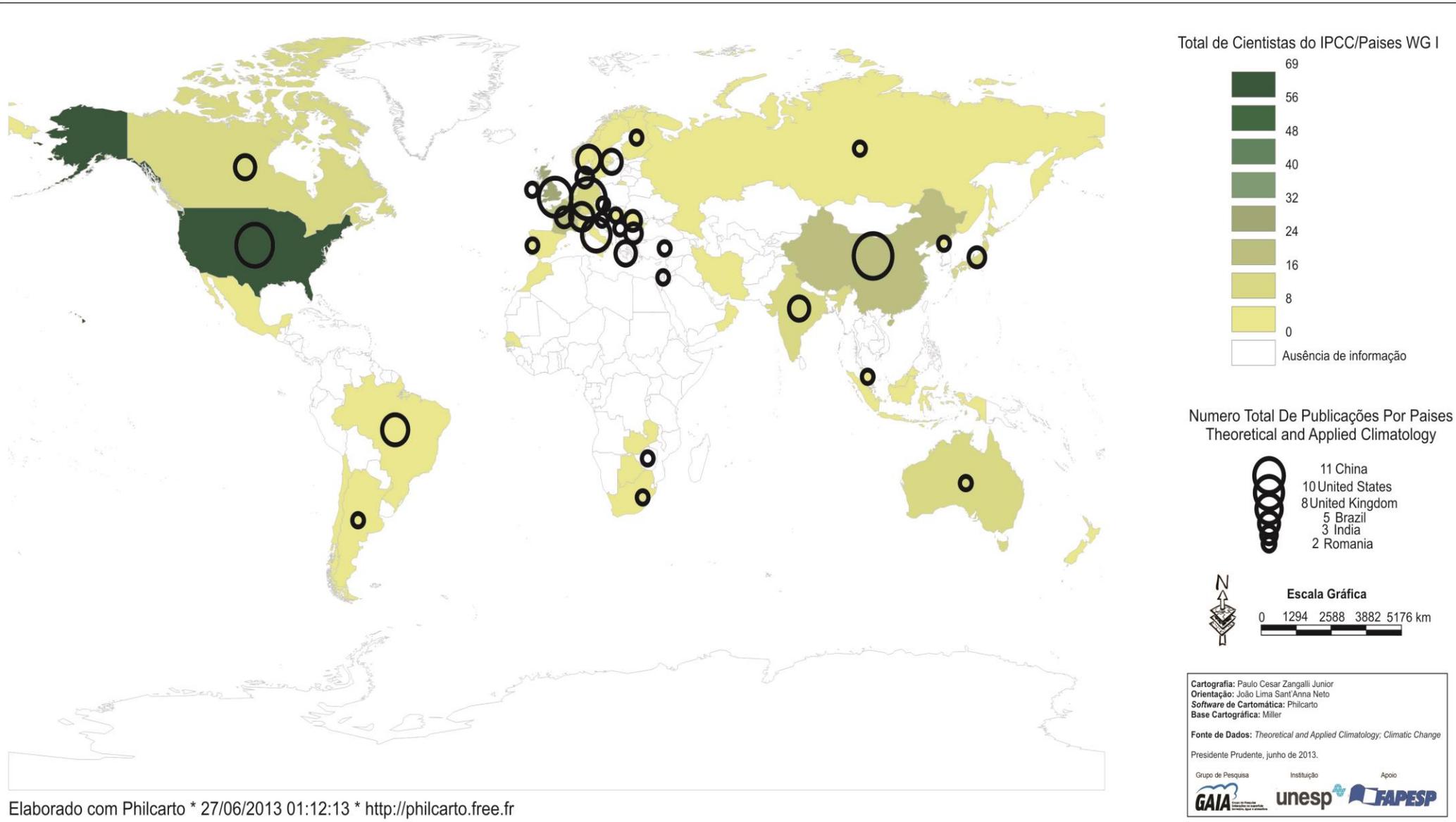
Mas, quem ou o que legitimou esse paradigma aquecimentista antrópico em detrimento do outro? Para responder a essa questão, necessita-se analisar a geopolítica da produção científica das mudanças climáticas globais através da identificação dos países e instituições que produzem o discurso climático (mapa 1, 2 e 3). O parâmetro para essa análise foi o Grupo de Trabalho I do IPCC, que fornece as bases científicas para os relatórios por esse órgão publicados, resultando em três mapas que segue.

Produção Científica, por países, nos Periódicos Científicos Theoretical and Applied Climatology e Climatic Change

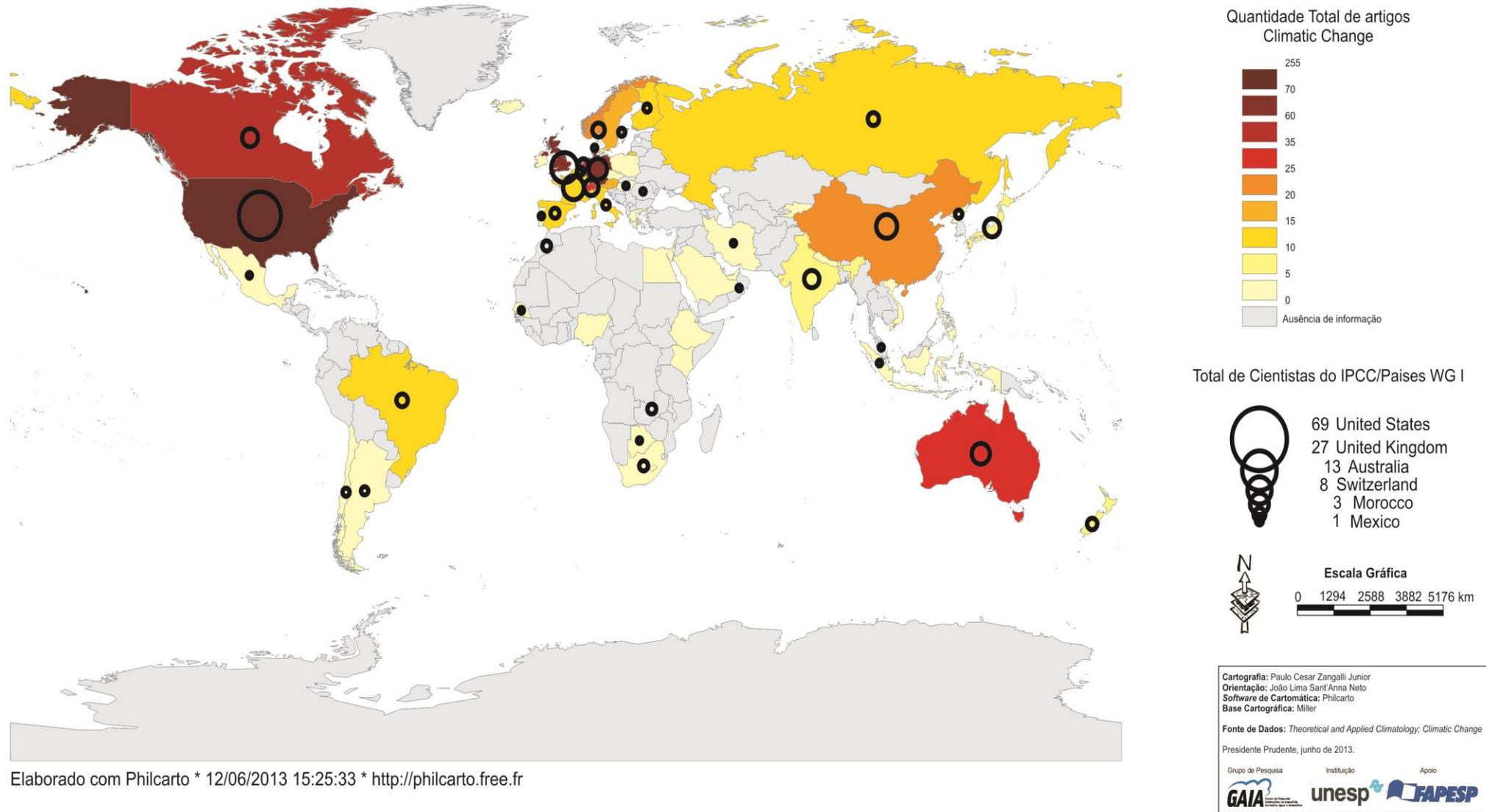


Elaborado com Philcarto * 12/06/2013 15:26:41 * <http://philcarto.free.fr>

Relação entre Produção Científica (Theoretical and Applied Climatology) e Total de Cientista do IPCC (WGI)



Relação entre Produção Científica (Climatic Change) e Total de Cientista do IPCC (WGI), por países



O que fica evidente é que a produção científica analisada nos periódicos científicos são semelhantes e se sobrepõem como se observa no primeiro mapa. 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 (Mapas 2 e 3). 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 analisados. Zimbábue, Quênia, Kuwait, Lesoto, Iran, Indonésia, Quirguistão, 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 estes países com os países do hemisfério norte que possuem mais recursos. Isso nos leva a refletir que essas publicações só aconteceram porque as pesquisas desenvolvidas foram com a colaboração dos países que, de certa forma, ditam as regras da ciência climática, como os USA, Alemanha e o Reino Unido, por exemplo. Essa expressão fica ainda mais clara se analisarmos conjuntamente os dados da Tabela 1.

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	USA e Áustria
Kyrgyz-Russian Slavic University	Quirguistão	1	Suíça
Department of Hydrology and Meteorology, , Kathmandu	Nepal	1	USA

TTMI-Project, Kano out-station, Forestry Research Institute of Nigeria	Nigéria	1	China e Holanda
Laboratoire de Physique de l'Atmosphère	Senegal	1	USA
Sub-Institute for Water Resources Planning (SIWRP)	Vietnam	1	Filipinas e Alemanha
National Meteorological Services Agency	Etiópia	1	UK, Noruega e Alemanha
Dryland Agricultural Research Institute (DARI)	Iran	1	UK
Department of Physics, New Mexico State University	México	3	Canadá e Chile

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

Segundo os dados analisados, os países que mais publicaram na Climatic Change foram os Estados Unidos da America, o Reino Unido e a Alemanha, enquanto, na Theoretical and Applied Climatology, foram os mesmos mais a China. Mas, além do monopólio científico por alguns países, quando analisados especificamente cada país, se verifica uma nova concentração, porém no que tange à questão das Instituições Científicas (Tabela 2 eTabela 3). Na Alemanha, por exemplo, mais da metade da publicação (54,5%) se concentra em duas instituições, sendo o Potsdam Institute for Climate e o Max Planck Institute for Meteorology. A publicação Chinesa na Theoretical and Applied Climatology, por exemplo, totaliza onze artigos, dos quais sete são da Chinese Academy of Sciences. Nos EUA, as principais instituições que publicaram nos periódicos analisados foram feitas pelo National Center for Atmospheric Research e pela University of California .

Climatic Change		
Instituição	Numero de Publicações	Cooperação
National Center for Atmospheric Research, Colorado, USA	24	Alemanha, Bélgica, Itália, Brasil, Suíça, Holanda, Canadá, UK, Áustria, Rússia,
University of California, USA	22	Alemanha
Princeton University, USA	12	Áustria
Carnegie Mellon University, Pittsburg, USA	11	Alemanha, Holanda, França, Canadá, Irlanda, UK,

Pennsylvania State University, USA	10	Canada, Alemanha, Senegal
University of Illinois, USA	10	Austrália
Potsdam Institute for Climate, Alemanha	25	Dinamarca, Suíça, Suécia, USA, França, Áustria, Holanda, Canadá, UK, Austrália,
Max Planck Institute for Meteorology, Alemanha	11	Holanda, USA, UK, França, Austrália,
University of East Anglia, UK	11	China, Suécia, Itália, Bélgica, Espanha, Austrália, Alemanha,
University of Southampton, UK	8	Bélgica, Irlanda, Holanda, USA, Grécia
Oxford, UK	11	Bélgica, USA, Suíça
Met Office, Hadley Centre for Climate Prediction and Research, UK	6	França, Austrália, Alemanha,
University of Cambridge, UK	8	Finlândia, Suíça, Alemanha,
Tyndall Centre for Climate Change Research, UK	13	Austrália, Bélgica, Alemanha, Nova Zelândia, Irlanda, Holanda, Grécia, USA,
Chinese Academy of Sciences, China	13	Alemanha, USA, Japão
CSIRO Atmospheric Research, Austrália	12	USA, Suíça, Alemanha, França, UK, Austrália, Canadá, Rússia, Itália, Portugal, Áustria
Bureau of Meteorology Research Centre, Melbourne, Australia	5	USA
University of Toronto, Canada	8	Nova Zelândia,
Canadian Forest Service, Canada	6	Suíça, Suécia, USA, Alemanha, França, Áustria, Holanda
CICERO Center for International Climate and Environmental Research	9	Alemanha, UK, Etiópia, China

Tabela 2: Principais instituições de pesquisa que publicaram na Climatic Change

Theoretical and Applied Climatology		
Instituição	Número de Publicações	Cooperação
Chinese Academy of Sciences China	7	Alemanha, USA,
Hadley Centre for Climate Prediction, Met Office, Exeter, UK	4	Brasil, USA
Centre for Ecology and Hydrology, Wallingford, UK.	6	Finlândia, Brasil, USA
University of Bayreuth, Bayreuth, Germany	2	

Potsdam Institute for Climate Impact Research, Potsdam, Germany	2	Polonia, Grécia, Suíça, Suécia
Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA, USA	2	Brasil, UK
University of Delaware, Newark, USA	2	China

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

A relação também fica evidente quando comparamos as principais instituições que publicaram nos periódicos com a relação das instituições a que pertencem os cientistas colaboradores do Work Group I do IPCC (Tabela 4). Para estabelecer essa relação, se identificou 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 acrescentando a esses a França. Ao analisar as instituições em que trabalham os cientistas do IPCC, se identifica uma similaridade muito grande, como, por exemplo, o Max Planck Institute for Meteorology da Alemanha, Met Office do Reino Unido ou CSIRO Marine and Atmospheric Research na Austrália. Nos EUA, 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.

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, USA
Dennis Hartmann	Coordenador	University of Washington, USA
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
Joey Comiso	Coordenação	NASA Goddard Institute for Space, USA
David Vaughan	Coordenador	British Antarctic Service, UK
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, USA
Olivier Boucher	Coordenação	National Center for Scientific Research, França
David Randall	Coordenador	Colorado State University, USA
Gunnar Myhre	Coordenação	CICERO Center for International Climate and Environmental Research, Noruega
Drew Shindell	Coordenador	NASA Goddard Institute for Space, USA
Gregory Flato	Coordenação	Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis, Canada
Jochem Marotzke	Coordenador	Max Planck Institute for Meteorology, Alemanha
Nathaniel Bindoff	Coordenação	Australian Research Council's, University of Tasmania, Australia
Peter Stott	Coordenador	Met Office, UK
Ben Kirtman	Coordenação	University of Miami, USA
Scott Power	Coordenador	Bureau of Meteorology Melbourne, Australia
Matthew Collins	Coordenação	Met Office Chair, Exeter, UK
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

Tabela 4: Relação das Instituições de Pesquisa às quais pertencem os cientistas coordenadores dos capítulos dos trabalhos do Grupo de Trabalho I do IPCC

Outro importante elemento que devemos considerar é a escala. Os trabalhos de climatologia geográfica, por exemplo, utilizam de 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, consequentemente 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 se pode 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, 2010). Os processos estão relacionados tanto no tempo longo, quanto no tempo curto, expressas 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. Esta, sim, que faz referência à presença do homem e na 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, intensidade dos mecanismos que faz com que o tempo e o clima tenham uma dinamicidade extremamente complexa. Se todo fenômeno geográfico se manifesta num 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 um aquecimento ou resfriamento, com aumento dos padrões pluviométricos ou diminuição.

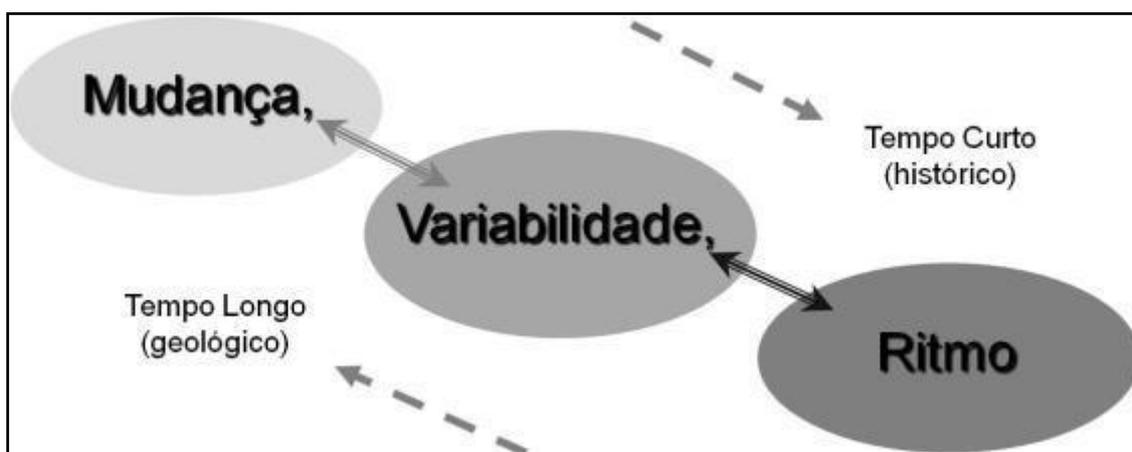


Figura 19: Escalas geográficas do clima (tempo longo e tempo curto). Fonte: Sant’Anna Neto, 2010.

A escala climática global faz referência a uma primeira ordem de grandeza, em que os processos e as dimensões da escala são determinados por uma lógica da circulação geral da atmosfera, 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) 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, 2010).

A escala regional se apresenta 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)” (SANT'ANNA NETO, 2010).

A escala regional é um elemento extremamente complexo para a análise geográfica. Essa escala se configura no palco da repercussão e definição dos processos climáticos, pois existem efeitos como o da continentalidade, as diferenças de relevo, 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 km^2 , mas determinado 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 influenciam, também, na 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 debate as mudanças climáticas, essas 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 a seguir sugere a quantidade de artigos científicos que abordam o conteúdo dos modelos climáticos nas diferentes escalas. A opção pelos modelos justifica-se na possibilidade de articular e fundamentar a análise multiescalar necessária para diminuição das incertezas.

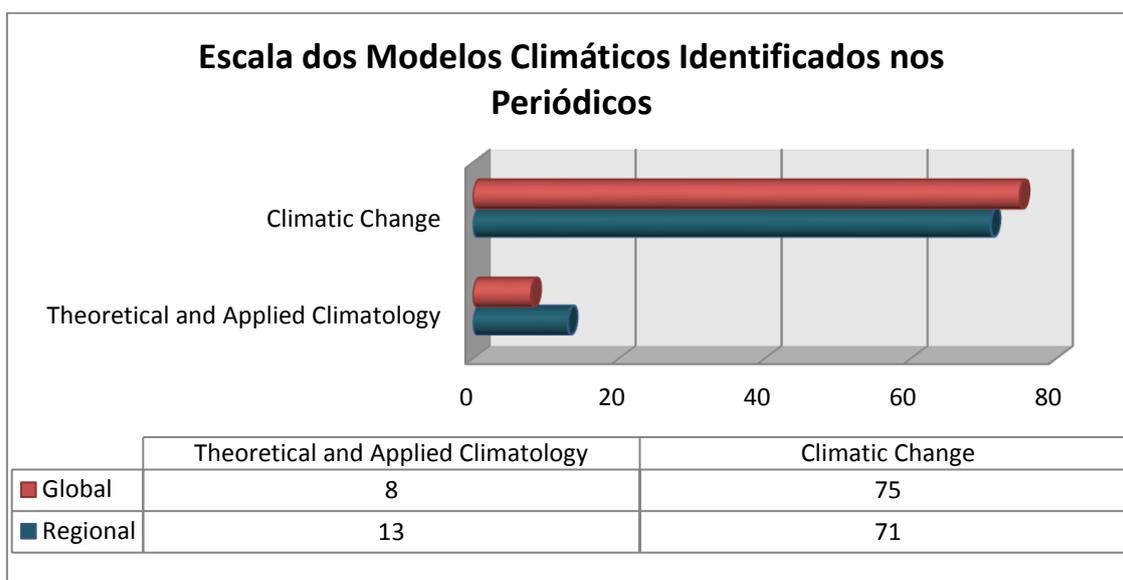


Gráfico 3: Quantidade de artigos que apresentam modelos climáticos em diferentes escalas

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 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 na sua versão mais moderna pelo Modelo Geral de Circulação

Atmosfera/Oceano (AOGCMs), 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, constatou-se que grande parte dos artigos que fazem menção a 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 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 publicado na revista *Climatic Change* intitulado *The Challenges of Modeling Climate Variability and Change in West Africa* (JENKIS; ADAMOU; FONGANG, 2002) ao simular e estimar padrões de chuvas no oeste da África ressaltou a necessidade da interação dos modelos e 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.

Even with the successes, GCMs may provide limited understanding of climate change and variability in West Africa because of scale and physical processes. The computational cost associated with GCMs make it difficult to undertake studies at very fine spatial scales [...] Coupling GCMs to regional climate models may provide a solution to the limitations of stand-alone GCMs. Regional climate models can be integrated at a high enough resolution (20–100 km grid spacing) using implicit or explicit cumulus parameterizations to capture synoptic and mesoscale features (JENKIS; ADAMOU; FONGANG, 2002)

As falhas inclusive são outro fator essencial de se debater, pois cada modelo, por si só, não consegue representar, nem espacial e muito menos temporalmente, os

processos de configuração do clima. O próprio IPCC (2007) assume que a representação dos modelos ainda está longe de se findar por completa, pois a complexidade do sistema climático acaba por tornar incógnitas, elementos que muitas vezes só são representados em escalas ainda menores, como é o caso das nuvens, dos aerossóis, das oscilações oceânicas e vegetação. Praticamente todos os artigos que buscavam aplicação, melhoria ou discussão de modelos climáticos apresentam em seus resultados ressalvas de que há, ainda, falhas significativas que sugerem melhoria e compreensão dos dados. Lundberg e Halldin (2001) concluem “*Operational hydrology and weather models, and GCMs describe snow interception in a very simplified way and might benefit from incorporation of more realistic schemes*”⁹. Achberger et al (2003) ao comparar o modelo regional Rossby Centre regional Atmospheric model version 1 (RCA1) com os modelos GCMs, também concluem que “*When integrated over the whole area of Scania, RCA1 improves the shape of the annual precipitation cycle and the inter-annual variability compared to output from the GCMs (...) At the grid point level, RCA1 improves the simulation of the variability compared to the GCMs*”¹⁰.

Num trabalho intitulado ‘Desempenho dos modelos climáticos do IPCC em simular a precipitação presente e futura sobre o território brasileiro’ Jose Marengo e Maria Cleofé Ramirez utilizam de vários modelos para simular a precipitação no território nacional. Como resultados, 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 dele 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 (VALVERDE RAMIREZ, MARENGO, 2006).

⁹ Modelos operacionais de hidrologia e tempo e GCMs interceptação de neve de uma forma muito simplificada e pode se beneficiar da incorporação de esquemas mais realistas (tradução nossa).

¹⁰ Quando integrado ao longo de toda a área da Scania, RCA1 melhoram os resultados dos ciclos de precipitação anual e da variabilidade interanual se comparada com os GCMs (...) RCA1 melhora a simulação da variabilidade se comparado com os GCMs (tradução nossa).

Downscaling é um método para obter informações sobre o clima em alta resolução 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 necessitam de outros métodos para estimar as menores escalas. O método do downscaling dinâmico usa de modelos de alta resolução em uma área pré-definida (um modelo climático regional, RCM) conduzido por condições de contorno dos GCMs para obter informações em menor escala. Os RCMs tem uma área de cobertura de 106-107 km² e uma resolução entre 20 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 essa 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, esses que apresentam 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. Um artigo em especial merece destaque, o artigo ‘World trade as the adjustment mechanism of agriculture to climate change’ (JULIÁ; DUCHIN, 2007) debate, através 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 do planeta, mesmo que os impactos sobre a agricultura diminuam as áreas produtivas e a variedade de produtos, mas indica que algumas áreas do planeta certamente passarão por escassez de alimentos. A resposta para a questão inequívoca que se levanta diante de tal constatação 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, conseqüentemente, países mais pobres sofram as conseqüências da possível escassez de alimentos.

Voltando à questão das escalas, 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, na modificação da paisagem rural. Os aspectos mais dinâmicos da atmosfera são minimizados e com isso toma 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, alteram 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 20).

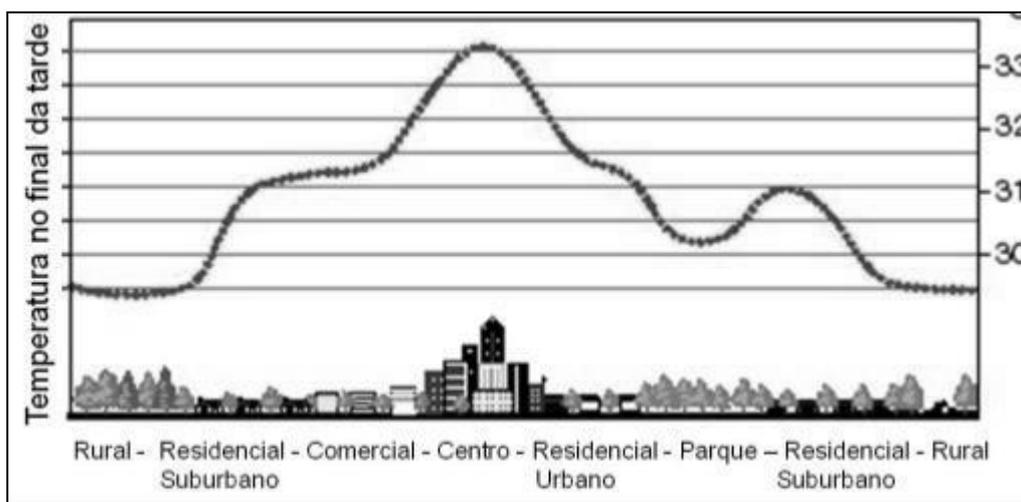


Figura 20: Perfil da ilha de calor urbana (temp. em °C). Fonte: Sant'Anna Neto, 2010.

O que cabe destaque, porém, quando se reduz a essa escala, é o fato de que a maior parte das estações meteorológicas utilizadas para compor a série histórica do IPCC estarem localizadas em áreas urbanas e sob forte influência dos elementos e processos que conformam o clima urbano. Considerar esse fator na ordem de 0,06°C é, de certa forma, negar a própria ação antrópica sobre o clima. Se o homem transforma o meio natural e, conseqüentemente, transforma o clima local (mesoclima, topoclima e microclima) é nessa escala de análise que deveria estar o foco da discussão e, não como faz o IPCC, praticamente negar a existência e influência de tal escala na elaboração de seus relatórios.

Uran Chung *et al* 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 urbanização, conforme resultados:

Based on the same estimation, a 0.5° to 1.0° increase in daily maximum temperature was attributable to regional climate change during the cool season. In contrast to the daily minimum temperature case, little urbanization effect on daily maximum temperature was found for the whole season. The urbanization effect was, however, consistent in all the months except April with a range of 0.3° to 0.6° (...) the summer temperature increase, the nocturnal warming in particular, during the recent decades in South Korea may not be the effect of global warming, but may be the result of rapid urbanization and the accompanying increase in energy consumption, changes in land use and land cover, removal of vegetation, and so one. (CHUNG; CHOI; YUN, 2004).

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 se tornando 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 da consolidação de um mundo cada vez mais globalizado.

A Conferencia das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento conhecida como Rio-92 pode ser considerada como um marco divisor para as questões ambientais e para a configuração de uma nova ordem ambiental internacional, por exemplo. A partir dessa data, as questões ambientais adquirem maior visibilidade perante a opinião pública e, conseqüentemente, frente às proposições políticas (RIBEIRO, 1999). O norteamento de ações científicas, políticas e econômicas configuram-se como um tema de extrema relevância global. Mas, se a grande esperança

de consolidação de um processo de preservação do meio ambiente e, conseqüentemente, do clima do planeta, era esperado, ficou evidente a consolidação 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 remete a um “Imperialismo Ecológico” como proposto por Foster e Clark (2006). A apropriação dos recursos naturais baseada numa 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, são os mesmos países que degradam e poluem, que mantêm suas economias pautadas no uso de combustíveis fósseis, como EUA e Reino Unido, por exemplo, que determinam as regras científicas, políticas e econômicas das 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.

2. A Ciência das Mudanças Climáticas Globais no Brasil;

As publicações nacionais diferem em certo ponto da produção científica apresentada em ambos os periódicos internacionais analisados até então. Podem-se citar alguns fatores que poderiam ser fundamentais para essa diferença, dentre eles a não obrigatoriedade de medidas de redução das emissões de GEE estabelecida pela Agenda 21. Além do mais, um dos periódicos que compõe o universo da pesquisa representa a produção da climatologia geográfica, ou seja, em grande parte composta por uma reflexão teórica metodológica como a que está sendo construída com esse trabalho.

Mas, um fator específico não difere muito do que vem sendo analisado. 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 Jose Antonio Marengo Orsini, Paulo Eduardo Artaxo Netto, Iracema Fonseca A. Cavalcanti e Chou Sin Chan. O quinto membro dessa comissão é o Dr. Edmo José Dias Campos, professor titular da Universidade de São Paulo (USP).

Se quantificarmos a produção científica brasileira nos quatro periódicos analisados identifica-se facilmente essa hegemonia científica, porém com a inversão entre as instituições, o que possivelmente pode ser explicado pelo perfil oficial que é denotado ao INPE com consequentes publicações de relatórios.

Instituições que mais Publicaram sobre o tema no Brasil		
Instituições	Quantidade de Artigos	Cooperação
Universidade de São Paulo, USP	11	UK, USA
Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC/INPE	9	UK, USA
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	
INGÁ, Instituto de Gestão das Águas e Clima	1	
Universidade Federal do Ceará	1	
Universidade Estadual do Ceará – UECE	1	
Universidade Federal de Campina Grande	1	
Laboratório Nacional de Computação Científica	1	
Universidade Federal Rural de Pernambuco	1	
Centro Técnico Aeroespacial, São	1	UK, USA

José dos Campos		
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	

Tabela 5: A produção científica das mudanças climáticas no Brasil, segundo Instituições de Ensino

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

As principais publicações com Cooperação Internacional são entre o INPE e a USP com o Met Office - Hadley Centre for Climate Prediction and Research, UK; Georgia Institute of Technology, EUA e o Centre for Ecology and Hydrology, Wallingford, no Reino Unido.

No que se refere ao perfil da produção científica nacional, quanto aos paradigmas apresentados se encontra um contraponto interessante. Ao somar toda publicação catalogada, tanto nos periódicos nacionais quanto internacionais, se obtém um total de 40 artigos, dos quais 32 foram produzidos de acordo com o paradigma aquecimentista antrópico, 6 mostram elementos do paradigma do aquecimento natural e dois artigos debatem os conceitos inseridos em ambos os paradigmas (Gráfico 4).

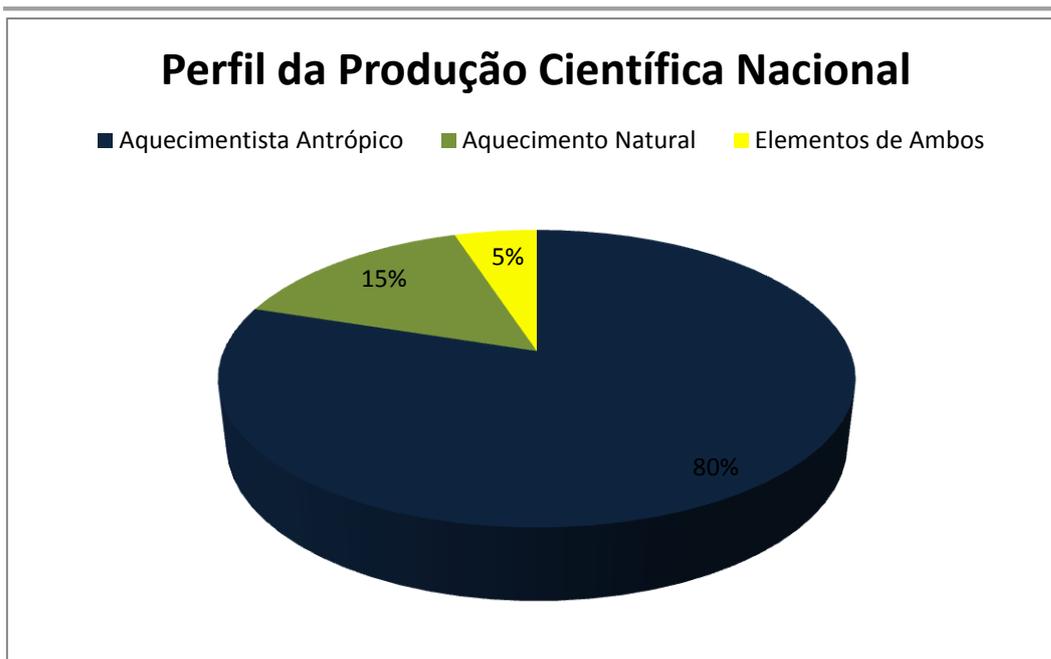


Gráfico 4: Perfil da Produção Acadêmico-Científica Nacional

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. O recorte temporal de análise dessa pesquisa compreende os anos de 2000 a 2008. Mas, procurando aprofundar sobre a produção científica da mudança climática nos depreendemos desse período para analisar os periódicos nacionais.

Serra (1987) afirma que o objetivo é 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 poderá 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 (1987) afirma que “é provável que medidas capazes de beneficiar certo local devam prejudicar certas áreas”.

O artigo de Serra ainda aborda as concentrações de oxigênio na atmosfera como uma das formas de explicar as concentrações de CO₂ na atmosfera. Os níveis de

concentração de O₂ na atmosfera são constantes e, juntamente com o nitrogênio, compõem cerca de 98% da atmosfera. Mas, Serra faz uma correlação com sua concentração ao longo do tempo dizendo que, por mais que a produção de O₂ tenha declinado em 50% entre o Triássico e o Cretáceo, as concentrações ainda mantinham-se estáveis, porém com o derradeiro crescimento populacional, que hoje atinge a marca dos sete bilhões de habitantes, a produção de O₂ declinou 0,02% e, em 700 anos, podendo chegar à proporção de 2/3 de todo o O₂ o que, conseqüentemente, aumenta os níveis de CO₂ da atmosfera. Evidentemente, esse artigo foi publicado antes que vários outros estudos demonstrassem outras inúmeras possibilidades.

O artigo de Serra tem objetivo de divulgação e apresenta outra vertente discursiva que apontava para um novo período de glaciação explicada pelo final de um período interglacial que já perdura por mais de 11.000 anos. As considerações finais apresentam também elementos interessantes de enaltecer, como a afirmação “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” (SERRA, 1987). Abre precedente para a discussão sobre ações para manutenção e preservação do meio ambiente inserido dentro dos discursos apresentados nas conferências oficiais. 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 e divulgação do debate, mas circula como plano de fundo efetivamente nas ações propostas para manutenção do clima atual.

Porém, 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, a sua proposta é um modelo rígido, composto por início, meio e fim pré-determinados. Isso implica na não coexistência de 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 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”. (2005, p. 35). Porém, em contrapartida, Campos e Fernandes (2011) reafirmam as especificidades da ciência humana, fazendo-se pensar o conceito de paradigma nas ciências humanas com um enfoque relacional, em que um paradigma predominante possa coexistir com outros paradigmas, ou seja, diferente da rigidez do Modelo Kuhniano um paradigma não significa necessariamente a exclusão do 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 debatendo as mudanças, apresentando elementos de ambos os paradigmas. Essa produção se explica, certamente, pela possibilidade de 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 datado em 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 artigo de Francisco Mendonça que apresenta na discussão as alterações decorrentes das mudanças climáticas globais de forma antrópica e sugerida pelo IPCC, mas 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 que dois deles de um dos maiores cientistas contrário à ideia de que o homem é o maior responsável pelo aquecimento do planeta, o meteorologista Luiz Carlos Baldicero Molion. Em um dos seus artigos, ele apresenta reflexões críticas sobre os relatórios apresentados pelo IPCC, mostrando que a variabilidade natural do clima e as forças naturais são muito maiores que qualquer pretensão humana de modificar o clima em uma escala global. No 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 ODP ruma para uma nova fase fria, o que faria com que o clima também esteja rumando para um pequeno resfriamento. O outro artigo (TEODORO) apresenta algumas reflexões acerca do tema apresentando o debate que envolve as mudanças climáticas, buscando desconstruir a ideia de que o homem é capaz de alterar o clima global.

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

Já o volume 8 de junho de 2011 apresenta um artigo interessante para a construção teórica desse trabalho, como citado anteriormente. O artigo intitulado 'Mudanças climáticas e Aquecimento Global: controvérsias, incertezas e a divulgação científica' (CASAGRANDE; SILVA JUNIOR; MENDONÇA, 2011) procurou debater a divulgação científica através da análise da revista *Ciência Hoje* e *Scientific American Brasil*, para o período de junho de 2009 a julho de 2010, período que os autores consideram um marco para a abordagem do tema, pois configura um período anterior e posterior a COP 15 – Copenhague. O texto ainda aborda os conceitos e procura debater o tema sobre as mudanças globais de acordo com essa perspectiva. A conclusão sugerida pelo estudo não difere muito da 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 entre a Revista Brasileira de Climatologia para 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 RBC 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 no artigo ‘Aerossóis, nuvens e clima: resultados do experimento LBA para o estudo de aerossóis e microfísica de nuvens’ (COSTA; PAULIQUEVIS, 2009); ‘Modelagem de desmatamento e emissões de gases de efeito estufa na região sob influência da Rodovia Manaus-Porto Velho (BR-319) (FEARNSIDE; GRAÇA; KEIZER; MALDONADO; BARBOSA; NOGUEIRA; 2009). Esse 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 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 que se verifica nesse contexto é a ascensão das teorias aquecimentistas antrópicas como um paradigma para a ciência das mudanças climáticas globais. Se analisarmos os países que mais publicaram nos periódicos científicos analisados se percebe muito facilmente que alguns países como EUA, Reino Unido, Alemanha e, em alguns momentos, a China ditam as regras da ciência das mudanças climáticas. Se a análise se aprofundar para dentro desses países, ainda perceberemos 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, 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 RBC que apresenta uma produção científica mais próxima do Paradigma do Aquecimento Natural, fato que pode ser explicado pelo perfil geográfico dessas publicações e pela possibilidade de sobreposições de paradigmas na ciência humana.



CAPÍTULO III

CAPÍTULO III

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

Vistos os conceitos e os discursos científicos, é importante debater a forma como a mídia, nesse caso específico a imprensa escrita, aborda a temática das mudanças climáticas e, particularmente, do Aquecimento Global. Para isso, considera-se a premissa de que a mídia, no que se refere exclusivamente aos problemas ambientais, e conseqüentemente, ao Aquecimento Global, é um dos sujeitos legitimadores de uma agenda pública.

O “construcionismo” oferece base fundamental para a análise, conceito esse depreendido da sociologia ambiental. Segundo Best (1989), 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. Para tal, existem algumas tarefas padrões conforme tabela do Quadro 4.

No caso específico do objeto de estudo desse trabalho, as exigências são as Mudanças Climáticas Globais, formuladas principalmente pelos órgãos internacionais como a ONU, através de seu comitê científico o IPCC, enquanto o processo de formulação se estabeleceu através da hegemonia da produção científica num paradigma no qual o homem é o principal responsável por tais mudanças.

Na transformação das mudanças climáticas em Aquecimento Global, ou seja, um conceito científico em 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, se torna bastante complexo. Para o autor, a mídia atua 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.

Tarefas na construção dos Problemas Ambientais

	<i>Reunião</i>	<i>Apresentação da Tarefa</i>	<i>Contestação</i>
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; • Moral; 	<ul style="list-style-type: none"> • Políticas;
Predominância: Construção de Prova	<ul style="list-style-type: none"> • Ciência; 	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicador; 	<ul style="list-style-type: none"> • Legal
Predominância: Papel (papeis) 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 prova científica; 	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa visibilidade; • Declínio inovação; 	<ul style="list-style-type: none"> • Co-adaptação; • Fadiga resultante; • Compensação 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 as questões e causas populares; • Utilização de figuras visuais e verbais dramáticas políticas; • Táticas e estratégias retóricas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rede; • Desenvolvimento conhecimento técnico; • Abertura de janelas políticas;

Quadro 4: Tarefas na Construção dos Problemas Ambientais. Fonte: Hannigan, 1995. p. 59

Para compreender melhor o papel da mídia nesse contexto, se analisaram as notícias de dois jornais diários, Folha de S.Paulo e O Estado de S.Paulo, além de duas

revistas semanais a *Veja* e *Época*, durante o período de janeiro de 2000 a dezembro de 2008¹¹.

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, dentre eles *O Estado de S.Paulo*, que assumiam um papel mais conservador e representavam as elites rurais da época (TASCHNER, 1992). Com a “Revolução de 1930”, o jornal é vendido para Octaviano Alves de Lima e muda 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* se unem em uma única publicação surgindo a *Folha de São 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 depredada. Em 1972, lançou um editorial, também em oposição ao *O Estado de S.Paulo*, chamado “Presos Políticos?” no qual condenava o tratamento especial 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* passa a ser um espaço de debates públicos do país. A partir da década de 1980, a *Folha* ganha 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 São 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, que foi resignado ao 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

¹¹ Estes 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 faz parte do acervo os anos de 2000 e 2001.

Mesquita torna-se único dono do jornal que ganha, além de tudo, um destaque político. Apoiou em 1930 a candidatura de Getulio 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 Getulio formam algumas alianças 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, se negou a excluir da seção Notas e Informações o editorial “Instituições em Frangalhos” sofrendo represaria do governo militar, se transformando em um jornal que denunciava os abusos e a censura no país¹². Essa seção une 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 dura críticas ao então Presidente Luis Inácio Lula da Silva, candidato à reeleição e apoiou abertamente a candidatura do candidato José Serra¹³.

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, dentre 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, ela se colocou como um veículo de oposição ao regime ditatorial ao 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 conseguir um empréstimo de 50 milhões de dólares junto à Caixa Econômica Federal teria que demitir Carta, o que resultaria no fim de uma oposição política no editorial da revista *Veja* (FRANZINI, 2008).

A revista *Época* surgiu na tentativa de preencher uma lacuna no editorial na família Marinho e foi lançado pela Editora Globo em 1998. No site da própria revista, se destaca, 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).

¹² Informações obtidas no histórico do próprio jornal. Disponível em: <http://www.estadao.com.br/historico/>. Página visitada em: 13 de junho de 2013.

¹³ Editorial: O mal a evitar. O Estado de S. Paulo (25 de setembro de 2010). Página visitada em: 13 de setembro de 2013.

O perfil e a maleabilidade pela qual 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 da construção de notícias serem muitas vezes influenciadas por fatores culturais políticos e econômicos, ela é, geralmente, entendida como uma rotina de organizações e limitações das quais não se pode 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, ao invés 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, comunicados à imprensa, itens esses cruciais para cumprir os prazos e as histórias (HANNIGAN, 1995).

A cobertura do Aquecimento Global não se distancia dessa análise pré-formulada ou calendarizada, e isso fica evidente quando analisados dois anos extremamente relevantes da 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 divulgada nos jornais diários atinge picos, ou seja, a cobertura jornalística no ano de 2000 seguia uma tendência que extrapolou em 2001 justamente pelo fato da publicação do relatório do IPCC, retomou a certa normalidade em 2002, chegando a diminuir gradativamente até 2004, começou a crescer novamente em 2005, atingiu novamente um pico em 2007, ano em que novamente o IPCC publicou relatório, e voltou a cair no ano de 2008, conforme Gráfico 5.

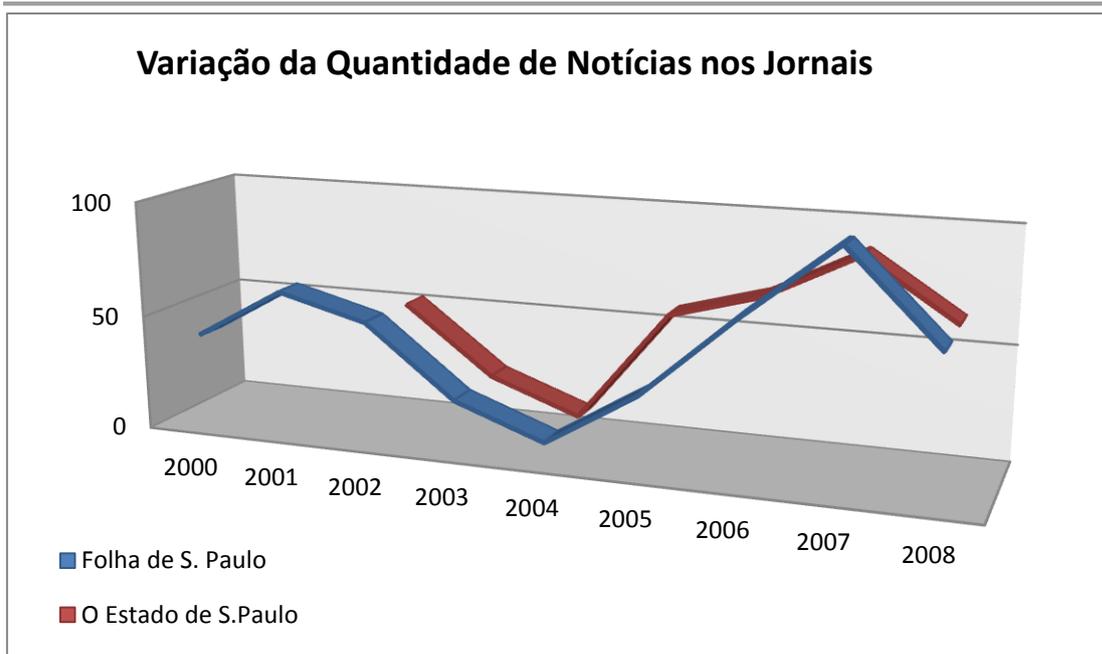


Gráfico 5. Variação da Quantidade de Notícias nos jornais diários sobre o Aquecimento Global

Comparando-se dois anos de publicações no jornal Folha de S.Paulo, encontra-se uma rotina de temas pré-estabelecidos. Uma agenda que, possivelmente, possa ter sido definida a priori e teve algumas lacunas preenchidas com eventos específicos. As duas linhas do tempo, apresentadas a seguir (Figura 21 e Figura 22), foram criadas a partir dos jornais, uma vez que esse apresenta informações diárias sobre o tema específico. A escolha pela Folha de S.Paulo ocorreu devido à possibilidade de comparar dois anos de publicação de relatórios do IPCC, já que não contém na base de dados o ano de 2001 do jornal o Estado de S.Paulo.

Os primeiros meses de ambos os jornais trataram especificamente da publicação do relatório do IPCC, sob diferentes óticas. 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 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 acordo sobre mudança climática: o consenso por meio da ciência” (Folha de São Paulo, 28 de julho de 2001), aparecem apelos morais como matérias do tipo

“População esgota água doce, diz ONU” (Folha de S. Paulo, 07 de novembro de 2001)
 “Combate a gases estufa pode salvar vidas” (Folha de S. Paulo, 17 de agosto de 2001).
 Conforme vimos no quadro 4, o êxito na consolidação das exigências ambientais passa, necessariamente, pela legitimação de provas e o apelo moral é uma das estratégias utilizadas para tal.

Folha de São Paulo 2001

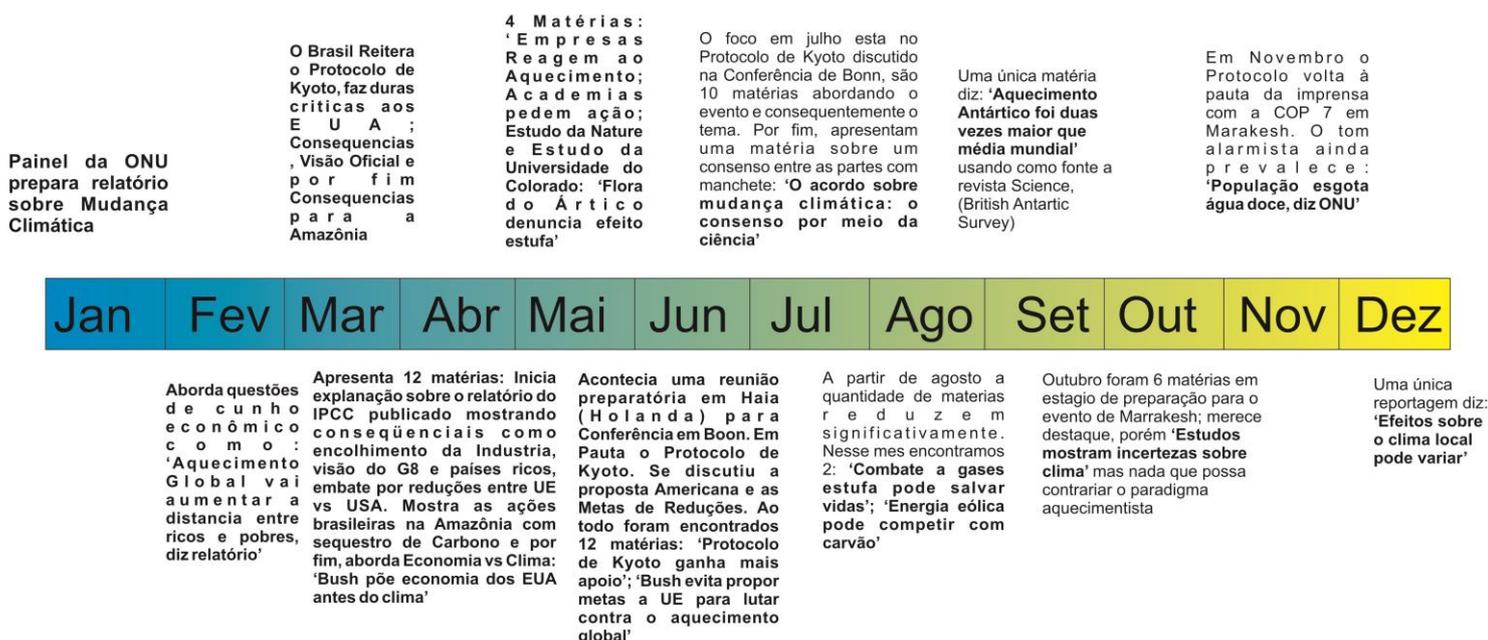


Figura 21: Linha do tempo do ano de 2001 do jornal Folha de S. Paulo

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 cientista¹⁴” usando como fonte Carlos Nobre do INPE.

O ano de 2007, no entanto, tem uma estratégia mais rígida quando se trata das mudanças climáticas, depreendendo esforço maior em mostrar as consequências das mudanças para as pessoas, mas introduzindo as políticas oficiais de redução de emissões. O mês de junho é emblemático nesse sentido, pois a primeira matéria faz menção às políticas de redução “Bush pede metas contra crise do clima” (01 de junho

¹⁴ País ignora seu novo clima, diz Cientista. Folha de S.Paulo, 8 de março de 2007. Pagina visitada em: 15 de junho de 2013.

de 2007). Em seguida, o foco vai para as consequências do aquecimento do planeta “Em 10 anos degelo antártico sobe 12%” (06 de Junho de 2007) “Aquecimento adianta primavera ártica” (19 de junho de 2007), voltando à política de reduções como a solução para os problemas apresentados com a manchete “Pós Kyoto não pode acabar como Doha, diz britânico” no caso o britânico é John Ashton, embaixador britânico para o clima (25 de junho de 2007), 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” (27 de junho de 2007).



Figura 22: Linha do tempo do ano de 2007 do jornal Folha de S. Paulo

Uma das estratégias para consolidação dos problemas ambientais é a utilização de eventos específicos que denotam um apelo moral ou que facilmente sensibiliza. Esse fato fica evidente ao analisar a tabela, 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” (Folha de S.Paulo, 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, 06 de julho de 2008).

Quantidade de matérias segundo classificação de interesse		
	Folha de S. Paulo	O Estado de S. Paulo
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

Tabela 6: Quantidade de matérias segundo classificação de interesse

A pouca quantidade de notícias relacionadas ao perfil estritamente científico é um fator relevante de se destacar. Esse fato denota à cobertura midiática um caráter banal. Se compararmos a produção científica de acordo com cada conceito analisado com o perfil da mídia, não encontramos 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 Gráfico 6.

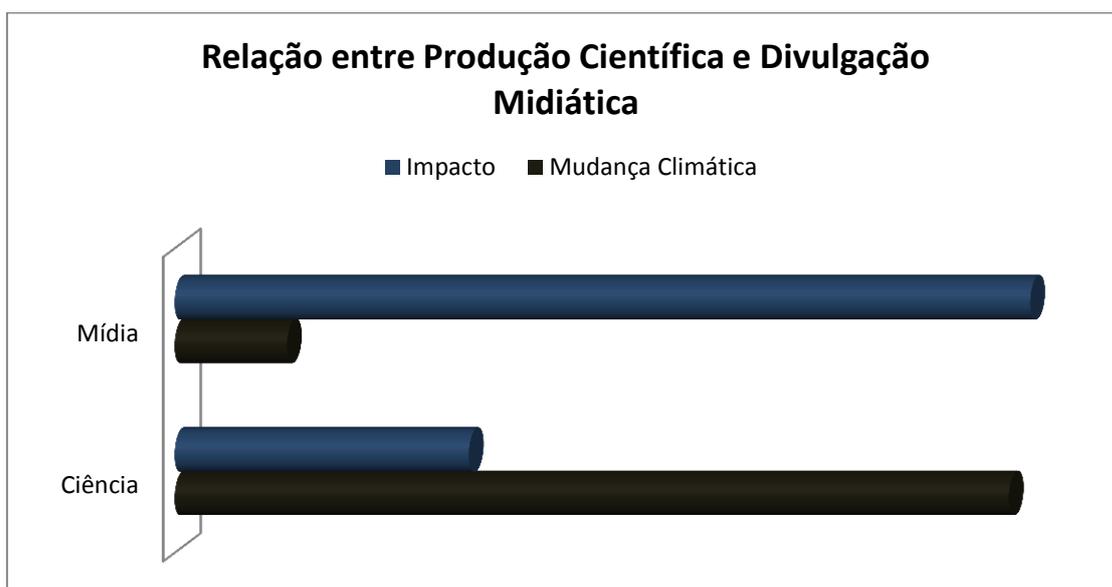


Gráfico 6: Relação entre Produção Científica e Divulgação Midiática

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 paginas uma entrevista com Alberto Figueiredo Machado, negociador chefe do Brasil na COP 11 com a seguinte manchete: “Mundo começa a definir o Protocolo de Kyoto”, mostra um glossário no qual são definidos alguns conceitos científicos como, por exemplo, mudança climática. O jornal conceitua mudança climática 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 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 esse 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 apela midiático, Onça (2011) apresenta trabalhos em que a preferência por eventos e pela dramaticidade denotada a esses assumem um tom até certo ponto apocalíptico. Ao analisar a cobertura midiática sobre o naufrágio do navio Braer em 1993, Richard North 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 foco não se altera. Tanto a revista *Veja* quanto a revista *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 23) 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 da natureza ser “traíçoira”, a qualquer momento você pode ser o próximo a sofrer tal inquietação natural deturpada pela ação humana. O “Perigo real e Imediato” anunciado pelo título da matéria trata simplesmente a natureza como uma grande ‘prestadora de serviços à humanidade’, deixando-nos com uma sutil impressão de que a matéria, além de apelativa, possui um caráter economicista.



Figura 23: A Terra no Limite. Fonte: Revista *Veja* nº41, ano 38, edição 1926 de 12 de outubro de 2005

Voltando ao papel da mídia como legitimador das agendas públicas sobre o Aquecimento Global, verifica-se a necessidade de quatro elementos específicos para que isso ocorra. O primeiro faz menção a associação dos problemas com termos que ressoam nos conceitos culturais existentes. Isso significa não questionar o paradigma social existente e, ao invés disso, situar as mensagens ambientais em imagens que tem 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 24, na qual os consumidores estariam punindo ou premiando as empresas pela sua postura frente aos problemas ambientais. Matéria desse tipo remete 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 faz 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 24: Militantes do Consumo. Fonte: Revista *Época*, nº

O segundo elemento se refere à necessidade do problema ambiental estar articulado através das agendas política e científica, correndo o risco, caso não atendam a esses requisitos, 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 quantidade muito grande

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, mas um consenso único que legitima aquele problema também não passa despercebido na mídia. 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, ou seja, aqueles em que personagens soam 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 à vítima e, por fim, para herói. As imagens em casos como esses depreendem mais capacidade de impacto do que 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 25).



Figura 25: 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 ao invés de um futuro distante. As projeções científicas para o clima apontam aquecimento, elevação dos oceanos, derretimento de geleiras em 50 e até mesmo 100 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 dizia: “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 4), nota-se que para construção da prova, ou seja, para legitimar um problema ambiental, a mídia utiliza de apelos morais que pouco ressoam no paradigma social existente. Outra explicação possível para tal fato situa-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 mídia em geral. O primeiro faz menção ao Padrão de Ocultação e, sem dúvida, é um dos padrões de manipulação mais perigosos. Trata-se da escolha do que é um fato jornalístico e o 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 (2003) “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, se encontra 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 (2003) apresenta o Padrão de Inversão. Este padrão de inversão 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 *frasismo*, 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/nº 386) repleta desse artifício. O autor utiliza de frases do tipo “as conseqüências 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 (2003), 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 procura mostrar a “nova geografia” mostrando que o aquecimento do planeta pode mudar a geografia que se conhece hoje, inclusive com seca em um dos lugares mais úmidos do Brasil.

A NOVA GEOGRAFIA		
O que se previa há dez anos	Como a Terra já mudou	As conseqüências para nossa vida
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	A média de aquecimento do planeta foi de 0,6 grau nos últimos cem anos, a maior do milênio. Os últimos dez anos, com exceção de 1996, foram os mais quentes registrados desde 1861	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
As geleiras localizadas nas montanhas serão reduzidas. O derretimento vai provocar enchentes nas cidades localizadas em vales dos Andes e do Himalaia	Das dez maiores geleiras de montanhas, oito apresentaram derretimento mais rápido nos últimos cinco anos do que nas quatro décadas anteriores	A geleira da Montanha Gemsstock, nos Alpes suíços, foi coberta com um colchão térmico artificial durante o último verão
Parte da Antártida e da Groenlândia derreterá. O deslocamento dessa grande massa de gelo, que estava em terra firme, elevará o nível do mar	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	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
Os solos congelados próximos ao Pólo 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 30 anos - derrete cerca de 8% por década. Nesse ritmo, no verão de 2060 não haverá mais nenhum gelo	O aumento de 2 graus 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	Pesquisas recentes indicam que a frequência e a intensidade dos furacões de	Indaiatuba, no interior paulista, foi atingida neste ano por um tornado que causou

Capítulo III: A divulgação e a consolidação de uma agenda pública sobre as mudanças climáticas globais

aumentará a incidência e a força dos furacões. Áreas que não tinham furacões poderão passar a sofrer com o fenômeno	categoria 4 e 5, os mais fortes, quase dobraram em 30 anos. Nos últimos 20 anos, o número de desastres naturais mais que dobrou. São cerca de 800 por ano	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 grau nos últimos 20 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		

Quadro 5. Versão oficial apresentada pela mídia. Fonte: Revista Época, Edição/nº386, 10 de outubro de 2005.

Com isso, o leitor é induzido a enxergar a realidade não como ela é, mas como o induzem a pensar. É o que Abramo (2003) 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.” (2003, p. 34)

Por fim, nota-se que a mídia constitui-se como um agente legitimador dos problemas ambientais, e apropria-se dos eventos climáticos específicos, apresentando o discurso científico paradigmático e contribuindo assim para a consolidação do Aquecimento Global como um problema ambiental legítimo e digno de ações de mitigação.

Ao analisarmos o perfil histórico dos jornais e revistas fica evidente que esses veículos de comunicação não se isentam de posicionamento político e econômico e que, de fato, atua na consolidação de um sistema hegemônico que atenda aos interesses

primeiramente de seus próprios ideais, de segmentos políticos e econômicos. A imparcialidade jornalística praticamente não existe e a realidade retratada não é a mesma 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 através de uma série de artifícios, como rotinas de notícias pré-estabelecidas ou calendarizadas, e utilizando, como fonte, os principais cientistas do paradigma aquecimentista antrópico.



CAPÍTULO IV

CAPÍTULO IV

A CIÊNCIA CLIMÁTICA NO CONTEXTO DA ESCOLA BÁSICA

Compreender o tema das mudanças climáticas no processo de ensino e aprendizagem remete ao fato de que a educação é, dentre outras coisas, uma forma de intervenção na realidade. Nesse sentido, é na escola onde 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 reproduzem esse conhecimento sem crítica?

Ensinar é uma atividade especificamente humana, na qual o principal objetivo é a aprendizagem dos alunos. Há de se considerar, 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. Numa 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 dos seus conhecimentos sobre os conteúdos específicos, orientar os alunos a compreender determinados conceitos. Sendo assim, como os professores estão incorporando essas diversas informações produzidas pela ciência e pelas mídias na criação de sua própria concepção sobre o Aquecimento Global? Com isso, será possível, também, 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 do Ensino Fundamental, especificamente no 3º Bimestre do ano letivo. Ao olharmos o sumário do módulo, deparamos com um tema, deveras, roteirizado. Tem, como ponto de partida, a apropriação desigual dos recursos naturais dentro do sistema capitalista de produção, ou seja, expõe a origem dos problemas ambientais de acordo com o seu devido contexto. A Situação de Aprendizagem 2 expõe questões sobre o desmatamento e 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 ONU, sobre a ótica de um discurso oficial como aquele utilizado pela mídia e fundamentado na ciência.

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

Figura 26: Sumário do Caderno do Professor da Rede Pública de Ensino.

A Situação de Aprendizagem 4 “Alterações Climáticas e desenvolvimento: análise do Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008” (Figura 27) tem como objetivos analisar criticamente as implicações ambientais dos usos da tecnologia através 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 tem sido produzido e quem de fato sofrerá os efeitos do aquecimento global.

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 os países mais pobres seriam os mais afetados pelas consequências do aquecimento.

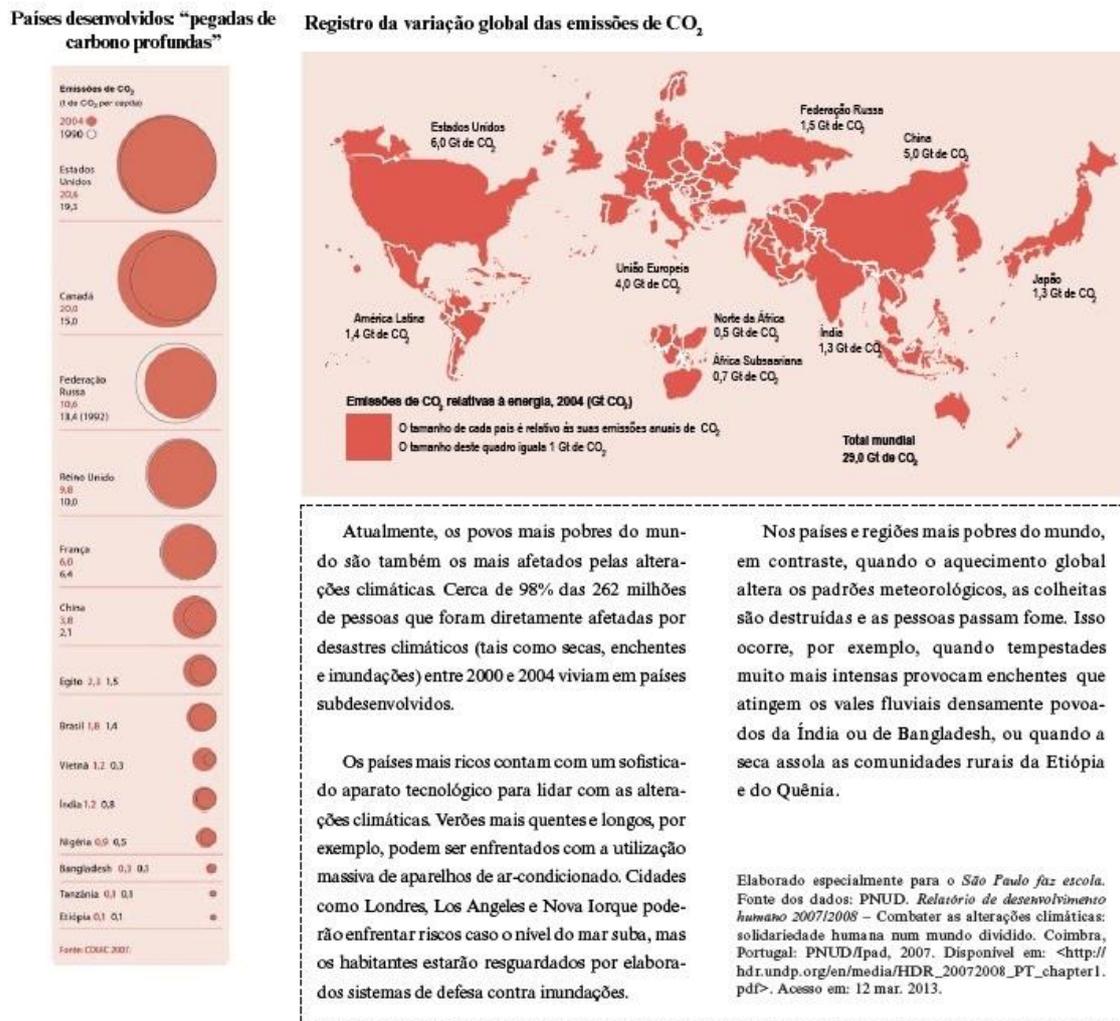


Figura 27: Mosaico do Conteúdo do Caderno do Professor da Rede Pública de Ensino

Na rede privada, o perfil do material didático não muda muito. A principal fonte continua sendo o IPCC. No apostilado de uma das escolas particulares, por exemplo, o conteúdo é abordado no território nacional com um capítulo chamado ‘As Mudanças Climáticas e suas repercussões no Brasil’. Se analisarmos os exercícios propostos aos

alunos, essa expressão fica clara, com questões do tipo “segundo o IPCC” e “hoje não restam dúvidas: o principal responsável pelas mudanças climáticas e ambientais é o próprio _____?” conforme verifica-se na Figura 28.

GEOGRAFIA **E1** **Módulos 45 e 46** **As mudanças climáticas e suas repercussões no Brasil / Domínios morfoclimáticos e as formações vegetais do Brasil**

Exercícios Complementares no Portal

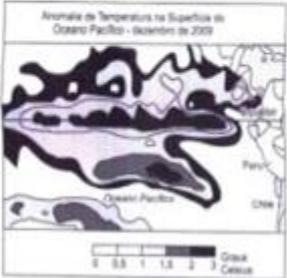
1 Segundo o IPCC, o que pode mudar no clima do Brasil?

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)



O El Niño é um fenômeno atmosférico-ocênico 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://enos.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?

Figura 28: Questões sobre mudanças climáticas na rede privada de ensino.

Já no outro colégio particular, não foi encontrado nenhum material sobre mudanças climáticas. Inclusive foi respondido pelos professores dessa escola nas entrevistas que não havia um conteúdo específico para o tema das mudanças climáticas, mas que esse se encontrava inserido no debate dos problemas ambientais globais ou quando trabalhado os problemas ambientais urbanos. Porém, foi citado um dos professores que o colégio distribuía, como material de apoio, o Jornal Mundo 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 caráter 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 AR4 publicado no ano pelo IPCC sob um aspecto extremamente crítico. O subtítulo O Apocalipse, segundo o IPCC, faz 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...” (MUNDO, 2007, p.7).



Figura 29: Jornal Mundo, material de apoio utilizado na rede privada de ensino

Para complementar essa análise, realizaram-se entrevistas com os professores das escolas públicas e privadas de Presidente Prudente para entender como eles abordam o tema. Para responder à hipótese inicial, se separa essas entrevistas por categorias. As categorias de análise adotadas para trabalhar o material produzido nas entrevistas foram criadas a priori e durante a leitura do material. Assim, foi mais fácil atender aos objetivos da pesquisa e atender à hipótese inicial. Foram criadas quatro categorias, buscando agrupar elementos similares nas respostas dos professores sobre “Como os professores entendem os conceitos de Mudança Climática e Aquecimento Global”; a segunda categoria vai identificar nas respostas elementos similares sobre “Como os professores estão transmitindo tais conceitos para os alunos”, uma vez que o professor pode desmistificar muitos fatos e conteúdo tratados pela mídia; como um dos problemas levantados pelo trabalho é a questão da escala, uma categoria vai procurar elementos capazes de relacionar tais problemas a “Questões de Escala”; e, por fim, uma

categoria mais geral para identificar “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 das entrevistas realizadas nas escolas particulares. Isso permitirá identificar se há ou não singularidades no tratamento dado por cada sistema de ensino ao tema, ou não. A análise da primeira categoria ficou da seguinte forma:

Rede Pública de Ensino: Como os professores entendem os conceitos de Mudança Climática e Aquecimento Global.	
Professor	Análise das Respostas
1	Não faz distinção do conceito de Mudança Climática para 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 do conceito de Mudança Climática para 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 do conceito de Mudança Climática para o de Aquecimento Global. Diz ainda: “algumas pesquisas que apontam alterações no clima. <i>Têm os dois lados</i> , os que defendem que esta 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 do conceito de Mudança Climática para o de Aquecimento Global. Diz ainda que: “São os fenômenos que vem se modificando através, principalmente, do uso de tantos minerais fósseis principalmente o petróleo”; “são as mudanças que vem ocorrendo e afetando todo o nosso planeta”.
5	“Quando se fala em mudança climática, a primeira coisa que vem a 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 varias 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: “procurou mostrar pra eles a evidencia dos fatos, que tudo é verdade, que o aquecimento ele existe, <i>embora existam correntes que mostrem ao contrario</i> ”; “o principal responsável por isso é o homem, esse é o meu ponto de vista”
8	Não apresenta clareza conceitual, nem domínio científico. “procurou 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 específica e, em outros lugares, as 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 6: Como os professores entendem os conceitos de Mudança Climática e Aquecimento Global na Rede Pública de Ensino.

Rede Privada de Ensino: Como os professores entendem os conceitos de Mudança Climática e Aquecimento Global.	
Professor	Análise das Respostas
1	Apresenta elementos que nos leva 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 serie de detritos lançados na natureza”
2	Afirma que nunca pensou na diferença entre 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 do conceito: “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 agente 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”

Quadro 7: Como os professores entendem os conceitos de Mudança Climática e Aquecimento Global na Rede Privada de Ensino

Mesmo tendo um contato mais próximo da ciência por parte do material didático e das leituras complementares, os professores, em sua maioria, não diferenciam o conceito de Mudança Climática para de Aquecimento Global. Isso não implica no desconhecimento do mesmo, mas sim 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 entrevistados, cinco abordaram o tema exclusivamente como fruto da ação humana, enquanto os outros sete entrevistados mostraram conhecimento das duas correntes científicas sugeridas. No entanto, não necessariamente os professores, que mostram ‘conhecer’ os dois discursos, 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 nessa categoria, não apresenta diferença significativa.

Rede Pública de Ensino: Como os professores estão transmitindo tais conceitos para os alunos	
Professor	Análise das Respostas
1	Deixa claro as duas visões para os alunos, utilizando de fontes como “Folha de S. Paulo, Estadão”; “Superinteressante, Galileu, 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 de 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 serie 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.”
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 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 Coperlix, 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 esta 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, concerte””
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: Veja, Época, livros didáticos

Quadro 8: Como os professores estão transmitindo tais conceitos para os alunos na Rede Pública de Ensino

Rede Privada de Ensino: Como os professores estão transmitindo tais conceitos para os alunos	
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 ta adotando isso” Cita como fontes o apostilado da escola, Jornal Mundo (Pangea), Estadão.
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”
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 a destruição de grandes áreas de florestas segundo os especialistas estão interligados”; “nós estamos vivendo num mundo globalizado, então eles tem 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 Almanaque Abril 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 através da mídia e das experiências vividas: “Eu vejo diferença, mas os alunos não tem 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 tem 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 lobby de ninguém”).

Quadro 9: Como os professores estão transmitindo tais conceitos para os alunos na Rede Privada de Ensino

Estabelecendo uma relação entre essa e a categoria anterior, verifica-se que praticamente todos os entrevistados, mesmo conhecendo uma visão contrária à mudança climática decorrente da atividade humana, trabalham com seus alunos uma visão mais próxima da produção científica contida nos relatórios do IPCC, como afirma um dos entrevistados “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 do tema com uma visão única e alinhada ao paradigma aquecimentista antrópico, além de que há no senso comum uma afirmação dessa corrente científica. Somente três professores procuraram de alguma forma, mostrar aos alunos que há a possibilidade dessa 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 de formar no aluno uma consciência ambiental. Um dos professores, que nos dá sua convicta posição a cerca do problema, apresenta elementos interessantes de serem exaltados. Ele nos diz “*e eu procuro mostrar pra eles a evidencia 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*”. A 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, num curto tempo que esse aborda o tema, assim como o curto contato entre pesquisador e entrevistado, 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 os alunos formarem ou construírem o 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-os 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 num 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 ta 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 esta sendo sobre sustentabilidade, então nós procuramos abordar tudo”. Já no ensino público, os professores que mostraram essa preocupação, como o exemplo citado acima, o faz por conta própria, a escola assume muitas vezes 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, no qual nem mesmo a educação recebe credibilidade!

Rede Pública de Ensino: Questões de Escala	
Professor	Análise das Respostas
1	Afirma não abordar escalas geográficas nem climáticas com frequência. “porque até para alguns problemas que acontecem eles não tem 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 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 da 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 permite uma contextualização com problemas locais “que tipo de coisa que podemos contribuir, mesmo nós sendo uma pequena parcela”.
6	Utiliza da 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 leve 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 10: Questões de Escala abordadas na Rede Pública de Ensino

Rede Privada de Ensino: Questões de Escala

Professor	Análise das Respostas
1	Não apresenta elementos que nos leve 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 agente 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 6º Ano e vem específico para o terceiro, mas apenas para calculo”. “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”.

Quadro 11: Questões de Escala abordadas na Rede Privada de Ensino

A questão feita aos professores sobre as escalas climáticas e geográficas tinha como objetivo auxiliar na reflexão sobre escala, questões essas levantada pelo próprio IPCC e por esse trabalho.

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 verifica 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 numa generalização dos problemas ambientais. Essa abordagem dos problemas ambientais na escala global muitas vezes nos coloca numa 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 Conferencia das Partes (COP) que ano após ano não consegue avançar nas discussões sobre as reduções das emissões de GEE. A necessidade da aplicação de técnicas de downscaling, por exemplo, ou de avanços em pesquisas em escala regional para entender melhor a variabilidade climática já vem sendo feita 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 para contextualizar a realidade dos alunos. Isso vai ao encontro da prática e estratégias adotada 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 abordar o tema dos problemas ambientais com os alunos. Essa é outra diferença entre ensino público e privado, já que, dos quatro professores, 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 acima, 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, não que esse 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 ta associando uma coisa com a outra”.

Rede Pública de Ensino: Discursos políticos, econômicos, responsabilização do clima por problemas ambientais (mitigação e impactos)	
Professor	Análise das Respostas
1	Diz trabalhar muito a questão do consumismo, procurando questionar tais práticas: “Procuro 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 leve 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 tem uma visão mínima”. Ao analisar todas as respostas pode se verificar a utilização de impactos com definição para Aquecimento “você tem um acréscimo na média global que alteraria as calotas polares etc.”.
4	Diz utilizar de 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 de 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 refazer 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 ta explicando as consequências que isso aí vai causar”.

Quadro 12: Discursos políticos, econômicos e responsabilização do clima por problemas ambientais (mitigação e impactos) abordados na Rede Pública de Ensino

Rede Privada de Ensino: Discursos políticos, econômicos, responsabilização do clima por problemas ambientais (mitigação e impactos)	
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 na 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 a 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”.

Quadro 13: Discursos políticos, econômicos e responsabilização do clima por problemas ambientais (mitigação e impactos) abordados na Rede Privada de Ensino

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 as Conferências oficiais nas quais se debatem ações de mitigação e resultando, conseqüentemente, em seus tratados internacionais.

Até aqui se verifica que os professores utilizam da definição de Aquecimento Global de forma generalizada, contextualizando-o com os demais problemas ambientais, aproveitando em parte do discurso midiático para ilustrar tais questões. O prejuízo disso, como também ressaltado, é o de 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. Os ‘problemas ambientais’, no entanto, são muito mais importantes 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, poder público e órgãos competentes. A 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 feito 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 num 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 de 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 fossem responsáveis 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 a não assinatura dos EUA ao protocolo de Kyoto e falta de metas de emissões para os países emergentes tal 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 as 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). Ou seja, 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 mercado de créditos de carbono.

Resumindo, os professores entrevistados, ao utilizarem a mídia, acabam se envolvendo 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 esse ainda possa ser verificado. A preocupação maior por parte desses profissionais é instigar um pensamento crítico frente aos problemas ambientais. Por isso há uma generalização, tanto por parte do material quanto pelo discurso dos professores, do Aquecimento Global com os demais problemas ambientais. A utilização da mídia nesse caso se apresenta de forma ilustrativa como uma forma de atrair o aluno e despertar seu interesse para tal discussão. Porém, numa era científica informacional é extremamente

necessário conhecer as fontes e ficar atento ao entretenimento midiático com relação a diferentes informações.



CAPÍTULO V

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, “as crises são uma pré-condição necessária para a emergência de novas teorias” que, posteriormente, venham 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 (KUHN, 2005, p.119).

Porém, mesmo que a anomalia (discrepância entre a teoria e a ciência) 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” (Kuhn, 2005). 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. Para o autor, mesmo os mais obstinados acabam 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-cabeças, 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 número cada vez maiores de cientistas passa a dedicar maior tempo a 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 de então, técnicas serão empregadas, as regras do paradigma serão adotadas na tentativa de resolução desse problema, mas cada vez mais as técnicas e regras perderão sentido. Nesse período ainda existirá um paradigma, porém poucos cientistas estarão de acordo sobre qual seja ele.

Certamente, na ciência das mudanças climáticas globais, esse é um período em que a anomalia começa a exigir uma resposta. A comunidade científica procura se articular 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 da NOAA, porém as temperaturas permaneceram constantes segundo dados de Ed Hawkins publicados no blog Climate Lab Book.

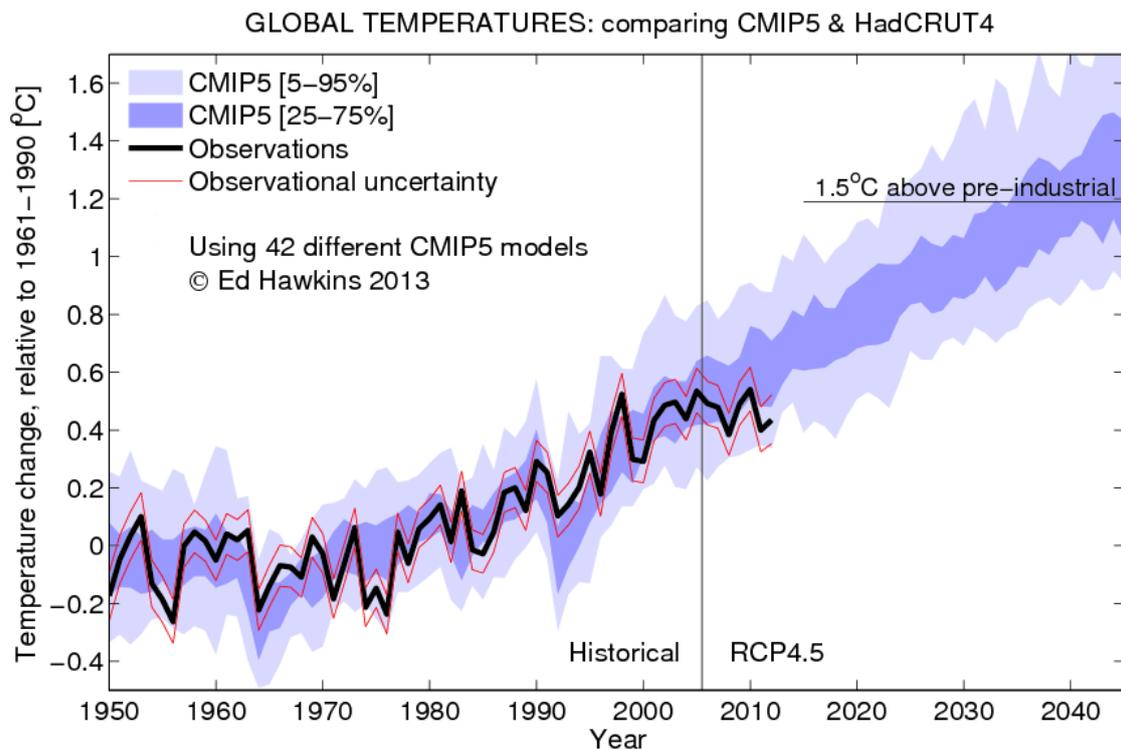


Figura 30: Comparação das projeções de temperaturas globais. Fonte: Hawkins, E. Comparing global temperature observations and simulations, again. Disponível em: http://www.climate-lab-book.ac.uk/2013/comparing-observations-and-simulations-again/?utm_source=rss&utm_medium=twitter

Como o próprio Ed Hawkins sugere, o IPCC deve apresentar no AR5 melhores explicações e dar seu veredito a respeito de tamanho alvoroço. Porém, há ainda no blog uma possível resposta à questão “Por que o mundo tem aquecido menos que o previsto

na última década?” Para Hawkings, uma das respostas pode ser verificada na concentração de aerossóis na atmosfera. Apesar de na última década não ter ocorrido nenhuma atividade vulcânica significativa, é possível que as concentrações dos aerossóis na atmosfera não tenham declinado com tamanha rapidez quanto previsto desde 2005, o que possa ter resultado em simulações com temperaturas mais quentes.

Esse descompasso entre teoria e projeções científicas e a natureza dos dados pode ser resultado, por algum motivo inexplicável, de uma defasagem temporal entre o aumento de dióxido de carbono e o aumento 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 foram significativamente compreendidas. 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 de alertar para um possível equívoco científico, da 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 certo, e nunca estiveram tão errados”. Nos destaques textuais, a afirmação de que há 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 que continue sendo.

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

Figura 31: Reafirmação do Consenso Científico pela Revista Época. 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 se fundamenta do trabalho de Balmaseda, Trenberth, 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 mostram que, a cerca de 700 metros de profundidade, os oceanos têm aquecido rapidamente, causados por tendências de variabilidade dos ventos de superfície. O trabalho ainda considera vários fatores como erupções vulcânicas e fenômenos dos ENOS para analisar os dados, resultados esses pouco considerados pela matéria. Mas, ao afirmar que esse aquecimento das águas dos oceanos possa ser o principal

responsável pela desaceleração das tendências 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, maior a quantidade de CO₂ será liberado pelos oceanos. Há um trecho, no texto da figura, inclusive, que diz “períodos de aquecimento mais lento podem existir num planeta que continua a aquecer”, mas poderia ser “períodos de aquecimentos mais rápidos (como os registrados – 1976/1998) podem existir num planeta que continua a resfriar”.

Assim como Ed Hawkins, a reportagem da edição especial da Revista Época e a comunidade científica clamam para que o AR5 que será publicado no mês de setembro desse ano possa responder a essa anomalia do paradigma, para que possivelmente esta discrepância não desencadeie um novo período de crise paradigmática e não conduza a comunidade científica ao estagio, novamente, de uma ciência extraordinária.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluí-se que a ciência da mudança climática global se encontra sobre a produção de um Paradigma Aquecimentista Antrópico, no qual o homem se destaca como principal responsável pelas mudanças climáticas globais verificadas nas últimas décadas.

Das quatro revistas científicas analisadas, apenas a Revista Brasileira de Climatologia apresenta perfil de uma produção contra paradigmática, apresentando artigos que se enquadram ao princípio de um Paradigma do Aquecimento Natural. Porém, isso só é possível por esse periódico publicar artigos, principalmente da Climatologia Geográfica, portanto uma Ciência Humana e, conforme debatido na ciência humana, não há, necessariamente, o predomínio de um paradigma em detrimento do outro, podendo coexistir dois paradigmas ao mesmo tempo.

Dos artigos analisados, 60% apresentam elementos coerentes com o discurso e a teoria produzida pelo 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 deve ser lembrado 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. Isso porque EUA, Reino Unido e Alemanha são os 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 entrarmos na produção desses países, encontraremos poucas instituições dominando a produção científica como o National Center for Atmospheric Research, no Colorado, e a University of California nos EUA; University of East Anglia, University of Southampton e Met Office, Hadley Centre for Climate Prediction and Research, no Reino Unido; Potsdam Institute for Climate e 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 os países que ditam a regra do debate sobre as mudanças climáticas como os EUA, Reino Unido, Alemanha, Noruega e Suíça. Portanto, um debate estabelecido nos padrões anglo-saxão.

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 agente 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 de 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 esses aos alunos, denota maior ênfase ao aquecimento fruto das emissões de CO₂ emitidos 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 frente ao problema.

As mudanças climáticas globais e, conseqüentemente o Aquecimento Global, tem 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 a verificada, jamais passaram despercebidas à história da terra. Caberá ao tempo nos dar maiores evidências sobre tão polêmico tema.

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**, 76, n. 3-4, 2003. 219-234.

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, Vol 20, n. 39, 2005. 65-82.

ANDERSON, J. et al. Progress on incorporating climate change into management of California's water resources. **Climatic Change**, 87, n. 1 Supplement, 2008. 91-108.

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, vol 2, 2006. 103-120.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. Tradução de 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**, 40, n. 9, 10 Maio 2013. 1754-1759.

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>. Acessado em: 29/06/2013.: [s.n.].

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, Vol 1, n. 20, jan/jul 2003. 11-26.
- CALLENDAR, G. S. The artificial production of carbon dioxide and its influence on climate. **Quaterly Journal of the Royal Meteorological Society**, 64, 1938. 223.
- 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**, vol 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, vol 8, jan/jul 2011. 30-44.
- 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.
- 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, Vol 20, n. 2, 2003. 225-262.
- 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**, 66, n. 1-2, 2004. 127-136.
- COOK, J. et al. Quantifying the Consensus on Anthropogenic Global Warming in the Scientific Literature. **Envirnmental Research Letters**, Vol 8, n. 2, 2013. 1-7.
- CORBYN, P. Fraud with Lipstick. **BBC2**, 14 Setembro 2009.
- COSTA, A. A.; PAULIQUEVIS, T. Aerossóis, nuvens e clima: resultados do experimento LBA para o estudo de aerossóis de nuvens. **RBMET**, vol 24, n. 2, maio 2009. 234-253.
- DAVIS, M. **Holocaustos Coloniais: clima, fome e imperialismo na formação do terceiro mundo**. Tradução de 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**, 25, n. 2, junho 2003. 157-163.
- 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 supposedly "clean" energy source. **Climatic Change**, 66, n. 1-2, 2004. 1-8.
- FEARNSIDE, P. M. et al. Modelagem de desmatamento e emissões de gases de efeito estufa na região sob influência da Rodovia Manaus-Porto Velho (BR 319). **RBMET**, 24, n. 2, 2009. 208-233.
- 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**. 2ª Edição. ed. Brasília: Liber Livro, 2008.
- FRANZINI, D. **Mino Carta**: "Civita Vendeu Minha Cabeça à Ditadura por U\$ 50 milhoes". 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>. Acessado em: 29/06/2013.: [s.n.], 2008.
- FRIIS-CHRISTENSEN, E.; LASSEN, K. Length of the solar cycle: An indicator of solar activity closely associated with climate. **Science**, 254, n. 5032, 1 nov 1991. 698-700.
- GARCIA, S. R. **Variabilidade do sistema de monção da América do Sul: relações com a Oscilação Decadal do Pacífico**. Dissertação de Mestrado em Meteorologia. INPE. São José dos Campos. 2006.
- GASPARI, E. **A ditadura escancarada**: as ilusões armadas. 1ª. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.
- GORE, A. **Uma verdade inconveniente**: o que devemos saber (e fazer) sobre o aquecimento global. Tradução de 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**, 48, 2001. 617-646.
- H, N. L. Repercussões globais, regionais e locais do Aquecimento Global. **Revista Terra Livre**, São Paulo, Vol 1, n. 20, jan/jul 2003. 101-110.
- 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_medium=twitter>. Acesso em: 12 julho 2013.

HEINZ, N. P. et al. **Aquecimento Global e Efeito Estufa: uma análise de coberturas das revistas Veja, Istoé e Época no ano de 2006**. IX Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, Intercom. São Paulo: [s.n.]. 2008.

IPCC. **Climate Change: the IPCC scientific assessment**. Cambridge. New York. 1990.

IPCC. **Climate Change 2001: the scientific basis**. Cambridge. New York. 2001.

IPCC. **Climate Change 2007: the physical science basis**. Cambridge. New York. 2007.

JENKIS, G. S.; ADAMOU, G.; FONGANG, S. The challenges of modeling climate variability and change in west Africa. **Climatic Change**, vol 52, n. 3, fev 2002. 263-286.

JONES, P. D. Assessment of urbanization effects in time series of surface air temperature over land. **Nature**, Vol 347, 13 set 1990. 169-172.

JULIÁ, R.; DUCHIN, F. World trade as the adjustment mechanism of agriculture to climate change. **Climatic Change**, vol 82, n. 3-4, 2007. 393-409.

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. 375-381.

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**. 9ª. 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**, vol 70, n. 4, 2001. 117-133.

LYNAS, M. **Seis graus: o aquecimento global e o que você pode fazer para evitar uma catástrofe**. Tradução de Roberto F Valente. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2008.

MANTUA, N. J.; HARE, S. R. The Pacific Decadal Oscillation. **Journal of Oceanography**, vol 58, n. 1, fev 2002. 35-44.

- 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**. CPTEC/INPE. São Paulo. 2007.
- MARENGO, J. A. **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**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília. 2007.
- MARUYAMA, S. **Aquecimento Global**. Tradução de 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**, 2, n. 1, 2006. 71-86.
- MOLION, L. C. B. O Buraco de Ozônio: o outro lado da História. **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, 1992.
- MOLION, L. C. B. Aquecimento Global, El Niños, manchas solares, vulcões e Oscilação Decadal do Pacífico. **Climanálise**, Vol 8, agosto 2005.
- MOLION, L. C. B. **Variabilidade e Forçantes Climáticas**. Anais do XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia. Florianópolis: SBMET. 2006.
- MOLION, L. C. B. Aquecimento Global: uma visão crítica. **Revista Brasileira de Climatologia**, São Paulo, Vol 3/4, agosto 2008.
- MOLION, L. C. B. Perspectivas climáticas para os próximos 20 anos. **Revista Brasileira de Climatologia**, vol 3/4, 2008. 117-128.
- MUSSE, R. A dialética como discurso do método. **Revista Tempo Social**, São Paulo, vol 17, n. 1, 2005. 367-369.
- MYRDAK, G. **Objectivity in Social Research**. Nova York: Random House, 1969.
- 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, vol 1, n. 20, jan/jul 2003. 101-110.
- OLIVEIRA, L. D. Da Eco 92 à Rio+20: uma breve avaliação de duas décadas. **Boletim Campineiro de Geografia**, vol 2, n. 3, 2012. 479-499.
- ONÇA, D. D. S. **Quando o sol brilha, eles fogem para a sombra: a ideologia do Aquecimento Global**. Tese de Doutorado apresentado ao Departamento de Geografia da faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2011.

- ORESQUES, N. The Scientific Consensus on Climate Change. **Science**, vol 306, n. 5702, 2004. 1686.
- PETERSON, T. C. Assessment of urban versus rural in situ surface temperatures in the contiguous United States: no difference found. **Journal of Climate**, Vol 16, n. 8, 15 set 2003. 2941-2959.
- 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**, 8, 1956. 140.
- 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**, vol 87, n. 1-2, 2008. 199-217.
- 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**, Vol 9, n. 18, 1957.
- RIBEIRO, W. C. **A ordem ambiental internacional**. São Paulo: Contexto, 1999.
- RIBEIRO, W. C. **Relações Internacionais, cenário para o século XXI**. São Paulo: Scipione, 2000.
- RIED., G. C. Influence of solar variability on global sea surface temperatures. **Nature**, 329, 1987. 142-143.
- 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. 207-230.
- ROSA, L. P. et al. Greenhouse Gas Emissions from Hydroelectric Reservoirs in Tropical Regions. **Climatic Change**, Vol 66, n. 1-2, 2004. 9-21.
- SANT'ANNA NETO, J. L. Da complexidade física do universo ao cotidiano da sociedade: mudança, variabilidade e ritmo climático. **Revista Terra Livre**, São Paulo, Vol 1, n. 20, jan/jul 2003. 51-63.
- SANT'ANNA NETO, J. L. 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, v. 1, 2008. p. 1-16.
- SANT'ANNA NETO, J. L. A influência dos materiais construtivos na produção do clima urbano. **Revista Brasileira de Climatologia**, Vol 5, 2009. 37-53.

SANT'ANNA NETO, J. L. A climatologia dos geógrafos: a construção de uma abordagem geográfica do clima. In: _____ **Uma Geografia em Movimento**. 1ª. ed. São Paulo: Expressão Popular, v. 1, 2010. p. 295-318.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Perspectivas e desafios da climatologia geográfica no Brasil**. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Dourados: UFGD. 2011.

SANTOS, F. D. A Física das Alterações Climáticas. **Gazeta de Física, Sociedade Portuguesa de Física**, Vol 30, n. 1, 2007. 48-57.

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**, vol 2, 1987. 101-105.

SILVA DIAS, P. L. D.; RIBEIRO, W. C.; NUNES, L. H. **A contribution to understanding the regional impacts of global changes in shouth américa**. USP, Instituto de Pesquisa Avançada. São Paulo. 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?FAUUSP, 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**, vol 3/4, 2008. 25-35.

TUCCI, C. E. M. **Impacto da Variabilidade Climática e do Uso do Solo nos Recursos Hídricos**. Agência Nacional de Águas. Brasília. 2002.

TYNDAL, J. On Radiation through the Earth's Atmosphere. **Philosophical Magazine**, 4, n. 25, 1863. 204.

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?** The Heartland Institute. Chicago. 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**. Monografia de Bacharelado. UNESP, Faculdade de Ciência e Tecnologia. Presidente Prudente. 2010.

ZANGALLI JR, P. C. **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.

ANEXOS

Anexo 1. Ofício encaminhado à Diretoria de Ensino de Presidente Prudente.

UNESP

JULIO DE MESQUITA FILHO
Campus de Presidente Prudente

DATA 19/04/2012

OFÍCIO STPG N.º 228/2012

DIRETORIA DE ENSINO
REGIÃO DE PRESIDENTE PRUDENTE
Presidente Prudente (SP), 19 de abril de 2012.

Prezada Senhora,

Dirijo-me a Vossa Senhoria, a fim de solicitar autorização para que o Mestrando Paulo Cesar Zangalli Junior, RG. 42 520 828-X, realize trabalho de campo nas escolas públicas estaduais do município de Presidente Prudente.

A pesquisa de campo consiste em uma parte do projeto de mestrado intitulado "**Polêmicas e Debates sobre as Mudanças Climáticas Globais: um olhar geográfico sobre os discursos e os atores**" sob orientação do Prof. Dr. João Lima Sant'Anna Neto. O objetivo da pesquisa é organizar um banco de dados composto por notícia de jornais e revistas de abrangência nacional e um banco de dados de artigos científicos tanto de abrangência nacional como internacional, para discutir os rumos que a ciência tem tomado em relação ao Aquecimento Global. Ao contrário do que muitas vezes é transmitido pela mídia, a ciência ainda debate sobre as incertezas geradas pelas pesquisas em um tema tão importante. Como objetivo específico da participação dos **Professores de Geografia** da rede pública de ensino pretende-se conhecer a abordagem que estes docentes estão inferindo ao tema em si, conhecendo consequentemente a forma como o Estado lida com tais questões.

Portanto, solicito permissão para que o Mestrando realize uma entrevista de caráter qualitativo com Professores de Geografia tanto do ensino médio quanto fundamental da rede pública de ensino do estado de São Paulo, de acordo com um roteiro pré-estabelecido em até cinco (5) escolas credenciadas à Diretoria de Ensino de Presidente Prudente, definidas posteriormente, juntamente com o núcleo pedagógico desta instituição.

Solicito ainda, permissão para que o Mestrando tenha acesso ao material específico destas disciplinas fornecido pelo Estado para analisar os conteúdos utilizados e gerenciados no ensino público.

Margarete Cristiane de C. T. Amorim
Prof. Dra. **MARGARETE CRISTIANE DE C. T. AMORIM**
Coordenador do PPGG

Ilma. Sra.

NAÍDE VIDEIRA BRAGA

Dirigente Regional de Ensino

Diretoria de Ensino

Presidente Prudente - SP

Faculdade de Ciências e Tecnologia
Seção Técnica de Pós-Graduação
Rua Roberto Simonsen, 305 - CEP 19060-900 Presidente Prudente - SP
Tel 18 3229-5317 fax 18 3223-4519 posgrad@fct.unesp.br

Anexo 2. Transcrição das entrevistas realizadas nas escolas particulares de Presidente Prudente.

PROFESSOR 1

Pesquisador: Você aborda as questões do Aquecimento Global em suas aulas?

Prof. 1: Trabalho de forma generalizada, aliás eu trabalho até com atualidades com o pessoal do cursinho, também a gente aborda esses temas.

Pesq. Em quais séries?

Prof.1: Eu trabalho de 6º ao 9º Ano, o Terceiro e o Cursinho.

Pesq. O que a Professora entende por Mudança Climática Global.

Prof.1: Na verdade quando você fala para os alunos sobre as Mudanças Climáticas Globais, você tem que levar em consideração todos os fatores que estão atuando, e esses fatores tem de uma forma direta e indireta também a atuação do homem, certo? Por isso que vamos ter aí a Rio+20 exatamente pra tentar amenizar, conscientizar o que começou lá com o protocolo de Kyoto, mas pra tentar amenizar a emissão de Gases responsáveis pelo efeito estufa.

Pesq: A professora vê alguma diferença entre o termo mudança climática global para Aquecimento Global?

Prof. 1: Eu não acredito que tenha uma mudança radical, ambos estão interligados 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, terras de modo geral, quer dizer essa busca pela riqueza que realmente esta ocasionando todas essas consequências, por exemplo, o aquecimento resultante do desmatamento, a mata faz falta? Faz Falta. Então o combate ao desmatamento o combate a destruição de grandes áreas de florestas segundo os especialistas estão interligados. Então eu não trabalho de forma separada com eles, alias eu nem uso aquecimento global e mudança climática global, por exemplo, nós estamos vivenciando aí, nem entramos num inverno ainda e já estamos vivenciando um inverno rigoroso, segundo especialistas, quer dizer, o Aquecimento global é responsável pelas estações mais definidas. Por outro lado a ciência diz que não, os céticos afirmam que é uma mudança natural.

Pesq. De que forma procura abordar esse tema com os alunos?

Aqui fica clara a questão 7. Utiliza de Mídias? Quais?

Prof. 1. Os meios? Eu abordo através da internet, dos jornais, eu cobro muito das crianças a leitura da Veja, da Isto é, os jornais, por exemplo, Globos “especiais”, então temos lá a globo News especial que aborda, a Discovery que aborda, então são canais específicos que eu procuro continuamente, não querendo fazer propaganda da Globo News ou da Sky, mas continuamente eu recorro a essas reportagens à internet e depois eu oriento as crianças, e eu recebo isso de volta continuamente porque o dia que eu, por um acaso não assisto, no dia seguinte eu sou cobrada por isso, porque no dia a dia eu conduzo as crianças a isso aí. Eu digo pra eles o seguinte, nós estamos vivendo num mundo globalizado, então eles tem que estar ciente 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. Se ocorrer realmente esse derretimento, por exemplo, as correntes marítimas como irão atuar, irão equilibrar. Então eu abordo assim jornais de modo gera Jornais falados e Estadão, Folha, Época, o que eles tem acesso, e é continuo ta, eu introduzo um conteúdo, hoje por exemplo, eu introduzi Itália, então a Itália, em que ele está sendo afetada em relação ao Aquecimento Global? O Nordeste qual a consequência dessa seca? Chuva excessiva no Norte, Cheia do Rio Negro, porque essa cheia do Rio Negro? Então todos os acontecimentos estão inter-relacionados.

Pesq: Além dessas fontes que a professora já citou, há a utilização de alguma outra fonte?

Prof. 1. Eu uso sim, o livro de atualidades da Abril, o Almanaque da Abril Cultural, são assim as minhas duas bíblias.

Pesq. No apostilado do Objetivo tem esse Conteúdo?

Prof. 1: No apostilado vem e eu complemento, então o apostilado eu integro com esse material, além da multi mídia que nós temos né, através das aulas de atualidades de São Paulo, o sistema objetivo fornece essas aulas de atualidades, então as crianças tem no site acesso direto e também nós vamos integrando. As nossas crianças não ficam, pelo menos nas salas que eu trabalho, só com a apostila, eu complemento inclusive com o caderno de mapas, esse é um livro didático, então de acordo com a série, eu introduzo o caderno de mapas para efeito de localização, porque eles localizam o país e localizam os acontecimentos, então quando eles chegam lá no terceiro, eles já estão com uma visão bem ampla de mundo. E durante as aulas eu permito, com uma duvida que eles tenham, eu permito que eles acessem a internet, agora por exemplo, agente estava trabalhando Itália e eles precisavam saber a origem da Cortiça, eu coloquei toda história, mas o nome da árvore? Sobreiro. Aí buscaram o nome da árvore, o clima Mediterrâneo, Quais são as características Climáticas? Então é uma aula que você trabalha em todos os sentidos. Eles ficam muito atentos a minha aula e eles me cobram muito também. Um dia se você tiver oportunidade, não é porque é minha aula, eu dou oportunidade eu abro bem a aula. Só que eu assisto... tem o jornal da Globo News às 10 que faz uma análise dos acontecimentos, o jornal nacional já é um jornal mais específico sem tantas críticas, o jornal da Band também é muito bom, e o jornal da globo a meia noite já ocorre um aprofundamento. Não que eu pare pra assistir mas eu ouço, corrigindo prova, lendo Veja e Isto é, nos intervalos eu paro.

Pesq: Aborda questões de escala geográfica e escalas climáticas para abordar o tema?

Prof. 1: A escala basicamente o que eu abordo... no nosso conteúdo ele é específico para o 6º Ano e vem específico para o terceiro, mas apenas para calculo. Então nós introduzimos o básico porque a matemática basicamente é que trabalha os cálculos, então eu uso os mapas, eu tenho em média de 3 a 4 mapas em sala, porque não é sempre que da pra utilizar a multimídia, então, tem os outros professores que utilizam também.

Pesq: Sim, mas em relação à escala climática?

Prof.1: A escala climática? Não, não aprofundamos muito não. O básico, aprofundamos assim, previsão de tempo, condições climáticas, amplitude térmica, mas pra eles de forma superficial, porque lá no terceiro há um aprofundamento maior, mas sem a parte numérica de forma intensa.

Pesq: Procura em alguma aula específica, conceituar, o que é mudança climática, o que efeito estufa?

Prof.1: Sim, inclusive esse conteúdo vem específico para o sexto ano, e aí quando eles chegam ao terceiro eles já sabem. Nós trabalhamos, efeito estufa, chuva ácida, ilha de calor, camada de ozônio, as camadas da terra, estratosfera, destruição da camada de ozônio, isso é trabalhado sim no sexto ano, conceitos tem gráficos, imagens, as áreas da terra, onde vamos dizer assim, a destruição da camada de ozônio é mais intensa, a ilha de calor onde, vamos dizer assim ocorre, a chuva ácida, porque na Europa os tempos estão extremamente, e hoje sendo reconstruídos, inclusive o uso da amalgamam, eu coloco isso para as crianças, pra reconstituição desses monumentos, então é trabalhado sim especificamente todos eles para que elas tenham uma visão disso tudo, e em que ela pode contribuir. Tanto é que nosso projeto na escola, esse ano está sendo sobre sustentabilidade, então nós procuramos abordar tudo, inclusive lixo nós trabalhamos, então abordamos todos esses temas atuais e esses encartes que a revista VEJA publicou. Tem uns encartes muito bons e nós trabalhamos com eles. A redução do uso da água, a redução do lixo, a importância desse lixo, o que fazer, os tipos de energia, por exemplo, a biomassa, produção de energia através da biomassa, aliás, faz o que? Dois meses que nós estamos trabalhando todos os tipos de energia... então ele compara a energia geotérmica com a nuclear, com a hidrelétrica, inclusive ontem eu tive uma apresentação de um aluno do 8º Ano, na sua época era a sétima série, ele explicou o funcionamento de como é a geotérmica e o uso da força de um gêiser, você precisa ver o desenho que ele fez, fantástico, eu falei que ia colocar numa reunião para que ele possa mostrar para as crianças como, a importância do magma e a ação do gêiser na contribuição para a produção de energia. E ele foi em busca da Islândia, localizou, colocou todas as características físicas da Islândia, olha a gente tem obtido aqui resultados fabulosos.

Pesq. Utiliza de debates políticos e econômicos em algum momento para elucidar os discursos científicos?

Prof.1: Continuamente, também, as vezes de 5 a 10 minutos da aula, inclusive eles já sabem o que é a Rio+20, o que é o Protocolo de Kyoto, quais são as delegações que virão, o que essas delegações vão discutir o porquê dessa discussão. Inclusive eu, assim... no terceiro colegial estávamos conversando sobre isso e eles gostariam de fazer parte, ter uma excursão, uma oportunidade pra assistir uma palestra da Rio+20. Basicamente eles tem que estar ciente desse efeito estufa, o porquê da Rio+20, as inúmeras convenções que são realizadas, o porquê do Protocolo de Kyoto, o kyotinho, essas mudanças que ocorreram, quais são as medidas que os países ricos deverão tomar, eles estão cientes disso, o porquê da entrada dos países “subdesenvolvidos” nessa discussão porque até o momento a eles não foi concedido nenhuma obrigatoriedade, e então eles discutem que não, que já que as multinacionais estão presentes, 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 e 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, como escovar os dentinhos, porque fechar a torneira durante a escovação, o banho, quanto tempo a duração, é assim o nosso projeto e nosso trabalho.

PROFESSOR 2**Pesquisador: Você aborda as questões do Aquecimento Global em suas aulas?**

Prof.2: Abordo.

Pesq. Em quais séries?

Prof.2: Eu trabalho com 3 séries, o 1º ano do ensino médio, o 2º ano do ensino médio, e no terceiro eu trabalho uma frente que é Brasil, e dentro agente segue um sistema objetivo, e dentro do sistema objetivo esse tema é abordado, mas muito bem abordado, mas assim bem amplo, não só a questão do Aquecimento Global, mas as questões ambientais todas são muito bem abordadas no 2º ano do ensino médio, tem varias aulas que trabalham com esse assunto.

Pesq. O que a Professora entende por Mudança Climática Global.

Prof.2: A mudança climática global, ela é uma alteração nos elementos climáticos que agente 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 esta muito relacionado a esse tema, se confunde muito com esse tema. Se fala muito, e quando se fala em mudança climática global a pessoa já associa imediatamente ao efeito estufa, e é uma das causas, mas não é só isso que ocorre, nós temos as modificações de temperaturas dos oceanos que influem diretamente nas correntes marítimas que influem num clima mundial, então existem vários fatores, mas como o meio ambiente e as questões ambientais estão muito em evidência, então a preocupação fica realmente e é usada essa expressão como “bode expiatório” das mudanças climáticas que nós estamos enfrentando.

Pesq: O que você entende por Aquecimento Global?

Prof.2: Aquecimento Global é a elevação de temperatura do planeta.

Pesq: Você vê diferença entre os termos mudança climática global e Aquecimento Global.

Prof.2: Eu vejo diferença, mas os alunos não tem essa percepção e agente não passa isso pra eles, porque não é abordado dessa forma, nós não trabalhamos dessa forma, não existe essa correlação, entendeu? Agente pensa na mudança climática, como eu disse pra você, no tempo muito mais extenso, no tempo geológico, na história da terra, e o aquecimento seria de uma época recente que esta mudando o clima do nosso planeta.

Pesq. De que forma procura abordar esse tema com os alunos?

Prof.2: Olha, é muito interessante, mas eles já tem isso tão claro na cabeça, porque a mídia lança muito esse conceito, fala muito sobre aquecimento, fala muito sobre efeito estufa, os tipos de poluição e eles sabem isso muito bem, eles aprendem desde pequenininhos no maternal e isso vai crescendo, então quando chega comigo pra falar sobre isso eles já tem esses conceitos, então o que nós fazemos mais são discussões a respeito do que é que esta acontecendo e o que pode ser feito pra melhorar, mas é um trabalho mais de conscientização para que eles possam ajudar nessa questão.

Pesq: Quais são as fontes que a professora utiliza?

Prof.2: Saliva, Giz e a Lousa, isso é a tradicional, mas depende de como você vai atuar lá na frente, você faz a diferença ou não, depende de você, tem que ser artista, então, é um artista na hora porque a gente é uma pessoa na sala de aula e é outra pessoa fora dela, então assim, nós usamos aqui em todas as séries, nós temos aquele vídeo do Gore, que fala sobre Aquecimento Global, ele fala muito do IPCC, dos índices de poluição, ele prova por A+B que o aquecimento global está acontecendo que não é lobby de ninguém, porque há divergência de ideias, tem os céticos que não acreditam e questiona, então nos utilizamos esse vídeo, eu trabalho muito, como é muito extenso o programa do meio ambiente, não é só o efeito... no segundo ano, são muitos módulos, e são bastante detalhados então eu procuro fazer trabalhos de seminários, eu divido-os em seminários e eles vão pesquisar além do material deles, ai eles pesquisam e montam Power point, fica um trabalho bem interessante e atraente porque eles se envolvem de fato com o assunto.

Pesq: Procura em alguma aula específica, conceituar, o que é mudança climática, o que é efeito estufa?

Prof.2: Não, eu não faço essa diferenciação. Particularmente eu não acho isso relevante, eu não acho isso importante, eu não sei na sua pesquisa, você esta aprofundando esse assunto, então eu acho assim, isso não é o mais importante, pra mim o mais importante é eles entenderem os processos como acontece e o que como cidadão ele pode fazer para ajudar.

Pesq: Utiliza de mídias? Quais?

Prof.2: Só o vídeo do Al Gore. Eu usei alguns vídeos do youtube no ano passado interessantes, tem uns bem interessantes, mas são poucos, eles também usam quando vão apresentar os trabalhos, e são umas gracinhas porque acaba tendo muito mais criatividade que a gente porque eles sabem mexer naquilo como ninguém, né.

Pesq: Aborda questões de escala geográfica e escalas climáticas para abordar o tema?

Prof.2: Não, não. Porque é muito detalhado né não tem essa preocupação não.

Pesq: Utiliza de debates políticos e econômicos em algum momento para elucidar os discursos científicos?

Prof.2: Isso sim, e isso é muito interessante. 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, isso eles estão bem. E tem outra coisa muito legal aqui na escola, a Prof. Trabalha com atualidades, então eles tem essa aula com ela, sobre o que ta acontecendo, ela ta sempre pondo em discussão e quando eu falo sobre esses assuntos também abordo as questões políticas e econômicas então isso ae é bem legal.

Pesq: A professora procura estabelecer uma relação entre a visão do IPCC com as visões dos céticos?

Prof.2: Sim, eu faço essa comparação, eu mostro pra eles, que existem visões diferentes, mas verbalmente não tem no material deles, não existe no material deles. A apostila ela é muito objetiva ela não toma partido. Isso é uma visão minha das leituras que eu faço, ai eu abro as discussões e mostro, porque eles gostam e aí eles falam Professora qual a sua opinião, eles querem saber. Eu procuro ser um pouco imparcial, mas somos difíceis, nós somos muitos críticos né.

PROFESSOR 3

Pesquisador: Você aborda as questões do Aquecimento Global em suas aulas?

A questão: Em quais séries? Também respondida aqui.

Prof.3: Trabalho, em todos os níveis tanto no fundamental, que eu trabalho em outra escola e no médio que eu trabalho aqui.

Pesq. O que a Professora entende por Mudança Climática Global.

Prof.3: Olha, aí eu coloco para os alunos essa questão da mudança climática global, agente entende que o clima está sofrendo algumas mudanças no decorrer dos vários séculos e principalmente desde a revolução industrial, mas eu deixo bem claro para os meus alunos essas duas correntes de pensamento que existem. Existem alguns pesquisadores norte americanos, e aí eu justifico quando eu falo da não assinatura dos EUA na era Bush do protocolo de Kyoto, por quê? Porque muitos cientistas norte americanos falam que essa mudança é uma mudança natural da terra, que a terra passa por uma era de glaciação e nós estaríamos numa era interglacial o que justificaria as mudanças principalmente na temperatura, e a outra corrente, que alguns cientistas até aqui no Brasil defendem que essa mudança é antrópica, causada pelo uso contínuo dos combustíveis fósseis, da poluição e das varias mudanças que o homem tem feito ao longo do seu período aqui, então eu falo isso para os alunos. Quando é que eu trabalho essa questão? Quando agente 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, essas teorias que falam sobre as mudanças principalmente na temperatura da terra. Então eu entendo que mudanças climáticas globais, mudanças que estão ocorrendo principalmente por causa da alteração da temperatura da terra.

Pesq: A professora procura deixar clara a diferença de conceito, entre efeito estufa, mudança climática?

Prof.3: Como agente já fala de efeito estufa, que eu to falando da poluição aí eu acabo fazendo uma relação e puxando, porque se agente for olhar no material não tem nenhum conteúdo específico sobre mudanças climáticas, agente trabalha com questões do clima, tempo atmosférico, características do clima no Brasil, mas essa parte de ter... pelo menos o material que eu trabalho não tem.

Pesq: A professora vê alguma diferença entre o termo mudança climática global para Aquecimento Global?

Prof.3: Eu acho que são termos relacionados, mudanças, tá mudando o que? Na minha opinião, pelo menos no material que eu leio, que agente tem acesso, tá mudando a temperatura e a partir

dessa mudança de temperatura você tem... nunca pensei nisso! Eu acho que o Aquecimento global faz parte da mudança climática global. (Risos!)

Pesq. De que forma procura abordar esse tema com os alunos?

Prof.3: Eu vou introduzindo de acordo com o conteúdo, quando eu trabalho com problemas ambientais, porque como eu te disse, o material não traz um capítulo ou um módulo ou uma aula exatamente sobre esse assunto, então eu acabo encaixando principalmente o aquecimento global nos problemas ambientais.

Pesq: Quais as fontes a professora utiliza?

Prof.3: Eu utilizo o material do sistema que eu trabalho, nós aqui assinamos um material muito interessante eu não sei se você conhece, e por coincidência chegou hoje, que é esse material Mundo, esse material Mundo sempre traz uma questão ambiental, ele sempre fala da questão da água, ele sempre trabalha uma questão ambiental. (editora Pangéa. Demétrio Magnóli, Nelson Basic Olique.). Agora livro específico sobre o tema não. *Olhando o material da professora: Quer ver, aqui não tem, aqui tempo e clima, mas não fala nada, recursos hídricos agente fala alguma coisa, aqui nos problemas sociais e ambientais urbanos pagina 181... eu vou te falar o seguinte, eu tenho que cumprir uma programação muito extensa e eu tenho duas aulas por semana, então... - ele fala aqui sobre a poluição atmosférica, no livro o texto nem fala nada, as ilhas de calor, a questão das enchentes, tá vendo ele nem trata nada sobre isso agente que tenta falar um pouco – como eu tenho um material extenso e eu tenho um cronograma fixado pelo sistema de ensino eu não posso ficar me empolgando muito com determinados assuntos, infelizmente, eu acho que como professor você tem que colocar para o aluno a curiosidade e o aluno hoje com internet e todos esses acessos a informação ele vai buscando, e o nosso aluno aqui de terceiro pra ser bem sincera ele tá mais focado em entrar na faculdade em resolver questões da faculdade do que pensar, não só em problemas ambientais, hoje eu sempre trago uma questão polêmica, então a questão do aborto, o Obama que concordo com o casamento Gay, então agente traz esse assunto pra incitar a curiosidade, porque eu não sou especialista em clima, eu não sou especialista em nada então agente passa uma visão geral para o aluno naquele tempo que você dispõe, principalmente em terceiro médio que eles estão preocupado com o vestibular.*

Pesq: Utiliza de mídias?

Prof.3: Revista Carta Capital, material de jornal, O Estado de S.Paulo.

Pesq: A professora procura abordar questões de escala geográfica e climática para abordar o tema?

Prof.3: Não... você tá falando se eu localizo as questões? **Pesq. Escalas de Grandeza no caso.**

Prof.3: agente 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 agente fala o que é global, o que atinge todo mundo e o que atinge uma população específica, falo sim.

Pesq: Utiliza de debates políticos e econômicos para elucidar os discursos?

Prof.3: Debates não, eu não chamaria de debates, uma discussão sim na medida do possível porque como eu te falei eu tenho duas aula de 50 minutos e eu só trabalho geografia do Brasil. A quem interessa, agente tenta dar essa visão das questões geopolíticas a quem interessa as questões do mundo globalizado.

PROFESSOR 5**Pesquisador: Você aborda as questões do Aquecimento Global em suas aulas? Em quais séries?**

Prof. 5: Sim, eu falo muito daquele filme, claro que é muito questionável isso, Uma Verdade Inconveniente do Albert Gore, e no terceiro ano que já são os pré vestibulandos agente fala também das questões ambientais, mas aí como um todo, agente vê aquecimento global, agente vê efeito estufa, ilhas de calor, a questão da água, enchente urbana, favelamento, mendicância, prostituição, problemas sociais.

Pesq. Antigamente se falava em aquecimento global nas escolas, quando se ensinava sobre o efeito estufa, ainda se faz essa relação?

Prof.5: Tem, quando agente fala do efeito estufa, agente fala que uma das consequências do chamado efeito estufa, mas esse efeito estufa sempre existiu na natureza.

Pesq. O que o Professor entende por Mudança Climática Global.

Prof.5: São alterações do clima na terra, regiões que foram... aliás, as temperaturas na terra estão se tornando cada vez mais contrastantes, nunca tivemos regiões tão quentes no mundo, mas também nunca regiões tão frias no mundo também.

Pesq: O que o professor entende por Aquecimento Global?

Prof. 5: Tá ligado, o aquecimento global seria um aumento da temperatura provocado por uma serie de detritos lançados na natureza, provocado pela retirada da vegetação, impermeabilização do solo urbano.

Pesq. De que forma procura abordar esse tema com os alunos?

Prof. 5. Agente procura mostrar pra molecada, agente procura mostrar que eles precisam ter uma consciência voltada para as questões ambientais, evitar, por exemplo, não só o efeito estufa ou aquecimento global, mas evitar o uso abusivo de água, o desperdício de água, evitar as queimadas que são muito comuns ainda, procurar reciclar o lixo, a nossa escola tá adotando isso agora, a própria calçada, procurar desenvolver uma ideia no papai de calçada ecológica, nesse sentido agente conversa.

Pesq: Quais as fontes?

Prof.5: Eu utilizo o nosso livro texto, a nossa apostila, e trabalho com indicação de vídeos e programas. O Anglo em São Paulo tem o site, então para o terceiro ano eu indico alguns paradidáticos.

Pesq. Eu notei que não há um conteúdo específico sobre Aquecimento global nos apostilado, não tem mesmo?

Prof.5: Específico não tem, dentro do conteúdo geral tem uma parte sobre isso aí, não sei se você viu o material (pegando material), por exemplo, principalmente quando eu entro em urbanização dentro do conteúdo urbanização ele fala sobre esses problemas. Ele fala sobre problemas urbanos, hierarquia urbana, classificação das cidades, conurbação, explosão urbana e os países pobres, e aí ele começa a falar de problemas ambientais urbanos, problema do ar, inversão térmica, depois fala sobre chuva ácida, ilhas de calor, mas dentro do conteúdo específico não. Agora no terceiro nos temos oito apostilas, mas parece que nós temos quatro aulas que essa são específicas (problemas ambientais) mais pro final do ano.

Pesq. O Professor utiliza Mídias? Quais?

Prof.5: Uso, uso CD, pendrive, DVD e essas aulas de Geografia ao vivo, deixa eu mostrar um exemplo aqui pra você, sempre no final de cada conteúdo eu tenho uma janelinha que tem geografia ao vivo, então agente passa o site o aluno clica no ícone e ele vai ter isso. O Jornal mundo é assinado pela escola, então agente praticamente força o aluno a adquirir. E eu leio dois jornais o Estadão e o Imparcial, então eu falo muito da imprensa e falo muito da necessidade principalmente do terceiro ano de ver programas jornalísticos.

Pesq. O professor aborda questões de escala geográfica e climática para trabalhar o tema do Aquecimento global?

Prof.5: Não, agente usa escala só no início do ano, mas é escala cartográfica, calculo de escala.

Pesq. Utiliza de discursos políticos e econômicos para elucidar o assunto?

Prof.5: Sim, eu não sou partidário desse grupo não, eu fui do PCdoB, mas eu mostro muito o discurso do PV, falo do Feldmam, do próprio Suplicy, programas de TV, eu falo “ó gente tal dia vai passa em tal canal” eu assisto muito Discovery e National geographic