

A ADMINISTRAÇÃO DA RELEVÂNCIA DAS PESQUISAS SOBRE MUDANÇA CLIMÁTICA: O PAPEL DAS INCERTEZAS

The administration of the relevance of research on climate change: the role of uncertainties

Antero Silveira de OLIVEIRA FILHO

Mestre em Ciências Sociais

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil

tioanero@yahoo.com.br

<https://orcid.org/0000-0002-5835-0471> 

Mais informações da obra no final do artigo ●

RESUMO

Esse trabalho pretende investigar como é realizada, pelos cientistas, a administração da relevância de suas pesquisas, no contexto das mudanças climáticas, especialmente, no que se refere às incertezas sobre esse tema. Ou seja, como a importância de um determinado objeto de investigação científica é apresentada, através de publicações na rede técnico-científica, levando-se em conta o modo como as incertezas são tratadas na construção do conhecimento científico. Para tanto, tem como referência os artigos científicos produzidos por pesquisadores da Rede CLIMA, dentro da sub-rede *Modelagem*, no período de 2007 à 2013, considerando a noção de *administração da relevância*. Haja vista que na sociedade moderna a ciência possui destacado papel, é importante lançar luz, sociologicamente, sobre os processos de produção de conhecimento e sua relação com os contextos práticos dos quais emergem. A abordagem do objeto é qualitativa e de caráter descritivo, contando com pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e análise de conteúdo.

PALAVRAS-CHAVE: Sociologia do conhecimento científico. Administração da relevância. Mudanças climáticas. Incerteza.

ABSTRACT

This paper intends to investigate how is performed by scientists, the administration of the relevance of their research in the context of climate change, especially with regard to the uncertainties on this subject. I.e., how the importance of a particular scientific research object is presented through publications in techno-scientific network, taking into account how the uncertainties are treated in the construction of scientific knowledge. Therefore, it has reference to the scientific articles produced by researchers at Rede CLIMA within the *Modeling* subnet, from 2007 to 2013 considering the notion of administration of the relevance. Given that in modern society science has an important role, it is important to shed light, sociologically, on the knowledge of production processes and their relation to the practical contexts of which they emerge. The approach of the object is qualitative and descriptive, with bibliographical research, documentary research and content analysis.

KEYWORDS: Sociology of scientific knowledge. Administration of relevance. Climate change. Uncertainty.

1 INTRODUÇÃO

A relação entre ciência, sociedade e tecnologia tem tomado lugar nos estudos das ciências sociais, sobretudo, a partir da década de 1970. Na sociedade contemporânea, a mudança climática é um tema científico que, por seu amplo alcance e impacto, envolve várias dimensões da vida social e, assim sendo, requer a atenção da pesquisa social. Essa temática emerge no cenário científico em meados dos anos de 1970 e nas agendas da esfera político-econômica, no fim dos anos de 1980. No que tange às Ciências Sociais, esse assunto desperta interesse desde a década de 1990, mas tem especial atenção da Sociologia, onde manifestou-se em trabalhos de autores como Anthony Giddens e Ulrich Beck, dentre outros.

Apesar de ser considerada controversa e cercada de incertezas, a questão das mudanças no clima enseja uma gama considerável de pesquisas científicas nas mais diversas áreas, caracterizando-se como um assunto que exige abordagens multidisciplinares.

A temática da Mudança Climática, dessa forma, está dentro do quadro de pesquisa (entendido como o conjunto de problemas que são abordados pela teoria social) que referencia a investigação sociológica contemporânea (assim como, Por exemplo, a ecologia, os movimentos sociais, a globalização). Nesse cenário global de investigações científicas sobre o clima, o presente trabalho se debruça sobre a produção de conhecimento científico sobre mudanças climáticas.

Nesse sentido, o problema de pesquisa consiste em investigar como é administrada a relevância da incerteza, na pesquisa científica em mudanças climáticas, a fim de inserir seus objetos de investigação científica dentro da rede sociotécnica. Essa administração da relevância está associada às práticas do fazer científico, consistindo em um elemento – dentre outros – que é resultado da atividade científica em laboratório. Administrar a relevância é um processo de afastamento das circunstâncias contextuais da pesquisa, ou seja, de todas as contingências próprias das seleções feitas em laboratório, descontextualizando o objeto de investigação, e recontextualizando-o, para inseri-lo dentro de um contexto sociotécnico. Para Karin Knorr-Cetina (2005) a administração da relevância, na elaboração de um artigo ou projeto de pesquisa, serve para inserir o trabalho do cientista em um contexto tecnológico e, sobretudo, prático. Assim, perguntar-se “como” um fenômeno social ocorre aponta para o “por quê” desse fenômeno e, assim,



para sua explicação, uma vez que essas perguntas estão conectadas. Dessa forma, a busca do “como” dirige a pesquisa para a origem do fenômeno e fornece um caminho para a sua compreensão, como pondera Karin Knorr-Cetina (2005).

Após expor a relação entre mudanças climáticas e incerteza, será discutido como o tema das mudanças climáticas se interpõe no cenário científico. Particularmente, será abordado o modo como o Brasil, institucionalmente, trata a questão das mudanças climáticas, inserindo-se no cenário científico por meio de conhecimentos sobre o clima e, estrategicamente, explorando suas potencialidades econômicas (recursos naturais renováveis).

Autores como Ulrich Beck, com sua posição teórica reflexiva sobre assuntos da modernidade, Bruno Latour, através da Teoria Ator-Rede (TAR), e Karin Knorr-Cetina, por meio de sua abordagem construtivista, contribuem significativamente, nesse sentido, para investigar o fazer científico, as relações que se estabelecem entre os atores nesse cenário e os aspectos que interferem na produção do conhecimento científico.

Por fim, será feita a apresentação dos dados e a análise dos resultados obtidos na pesquisa. Por tratar-se de uma pesquisa qualitativa, com pretensões descritivas, a metodologia de pesquisa adotada consiste na análise de conteúdo, cujos referentes empíricos que perfazem essa pesquisa, consistem nos artigos científicos produzidos por pesquisadores da Rede CLIMA¹, a partir de 2007². Por sua vez, a seleção do conjunto dos textos (artigos) que compõe o *corpus* de pesquisa obedeceu a um conjunto de critérios simples: contemplar o tema das mudanças climáticas, serem homogêneos (apenas artigos científicos) e sincrônicos. A escolha da Rede CLIMA ocorreu por tratar-se de uma rede que congrega as principais instituições brasileiras que fornecem suporte científico para o discurso acerca da mudança climática. Dentro da Rede CLIMA, portanto, cabe à sub-rede *Modelagem* (dentre outras sub-redes) a tarefa de produzir conhecimentos científicos sobre essa temática. Assim, artigos publicados por pesquisadores ligados a essa sub-rede foram analisados, totalizando 14 artigos produzidos de 2010 a 2012 (publicações selecionadas pela sub-rede *Modelagem* e indicadas nos Relatórios de Atividades da Rede CLIMA).

2. MUDANÇAS CLIMÁTICAS E INCERTEZAS

¹ Disponível em: <http://redeclima.ccst.inpe.br/>

² Ano em que o Quarto Relatório de Avaliação do IPCC apontou o fator antrópico como causador das alterações no clima global.

O tema das mudanças climáticas permeia os mais variados âmbitos da vida social, desde a gestão ambiental de políticas públicas até as discussões cotidianas sobre meio ambiente. Por ter implicações de amplitudes globais, esse assunto exige atenção de todos os países e suas organizações. Desse contexto surgiu o IPCC³, que nasceu em 1988 como resultado dos esforços conjuntos da Organização Meteorológica Mundial (OMM) e do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

Essa temática assume, segundo o Sumário para os Formuladores de Políticas, do Grupo de Trabalho I do IPCC de 2007, uma definição mais precisa e a mudança climática é assim descrita:

O termo mudança do clima usado pelo IPCC refere-se a qualquer mudança no clima ocorrida ao longo do tempo, quer se deva à variabilidade natural ou seja decorrente da atividade humana. Esse uso difere do da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, em que o termo mudança do clima se refere a uma mudança no clima que seja atribuída direta ou indiretamente à atividade humana, alterando a composição da atmosfera global, e seja adicional à variabilidade natural do clima observada ao longo de períodos comparáveis de tempo (IPCC, 2007, p.03).

Nessa nota destacam-se os avanços nas descobertas sobre os fatores que causam as mudanças no clima, em relação às informações contidas nos documentos anteriores do próprio IPCC.

No início da década de 1990 esse assunto permeava as discussões de fóruns institucionais ao redor do mundo, com especial destaque para a Conferência Quadro das Nações Unidas sobre Mudança no Clima (CQNUMC⁴) de 1992. Das conferências realizadas pela CQNUMC, a Conferência de Kyoto (COP-3) de 1997 marcou a adoção do Protocolo de Kyoto, com metas de redução de emissões e mecanismos de flexibilização dessas metas. O Protocolo de Kyoto foi, em 1997, o primeiro esforço na resposta multilateral à mudança climática.

Nesse contexto, da necessidade de conciliar o combate à mudança climática e o desenvolvimento social, aparece a proteção do sistema climático como foco principal para o benefício das presentes e futuras gerações, destacando-se a necessidade de ter-se em

³ Do inglês *Intergovernmental Panel on Climate Change* (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas).

⁴ Do original, em inglês, *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC). Dentro da CQNUMC, cria-se a Conferência das Partes (COP), que é o braço executivo de um acordo internacional. No que tange a CQNUMC, a COP decide sobre aplicação e funcionamento das diretrizes do tratado, a implementação dos mecanismos previstos e o cumprimento das metas estabelecidas.

conta as responsabilidades comuns, mas diferenciadas. Porém, 18 anos após sua assinatura e mais de 9 anos após o início de sua vigência, a função dos países em desenvolvimento nas ações de mitigação das mudanças climáticas segue indefinido, como pondera Andréia Ventura *et al.*(2012)⁵.

2.1 Incertezas que cercam o assunto

É importante ressaltar que o tema das mudanças climáticas está envolto por incertezas e, cientificamente, é um assunto controverso. As incertezas sobre esse tema causam preocupação em diversos grupos da comunidade científica, especialmente entre os estudiosos de ecossistemas originários (sensivelmente suscetíveis às mudanças climáticas). Um aspecto importante, no que se refere às incertezas, é o fato desse assunto envolver processos cujas causas (biogeofísicas e humanas) são de alta complexidade.

Como salienta Garry Peterson *et al* (1997), as consequências das mudanças climáticas sobre os sistemas (ecológicos, sociais e econômicos) abrangem incertezas, que podem ser classificadas como incertezas estatísticas, incertezas do modelo e incertezas fundamentais. Isso incide diretamente sobre a elaboração - e avaliação - dos modelos numéricos, que serão produzidos, pelos pesquisadores, para prever cenários climáticos futuros e para prever vulnerabilidade/adaptação de ecossistemas; tanto no que se refere a sua legitimação quanto ao seu descrédito. Portanto, as incertezas interferem, primariamente, na construção de modelos climáticos e, de forma secundária, na análise de políticas de mitigação e adaptação.

Além das incertezas que cercam o tema da mudança climática, a infraestrutura física, institucional e "comportamental" existente limita a nossa capacidade de mitigar as emissões em um curto prazo, como ressalta Peterson *et al* (1997).

O acúmulo de incerteza de cada passo que vai de cenários de emissões, da resposta ciclo do carbono, da resposta do clima global, dos cenários climáticos regionais para produzir uma gama de possíveis impactos locais, envolve o que se poderia chamar de uma "explosão de incerteza" (DESSAI e van der SLUIJS, 2007). Isso exige, dos

⁵ Nem mesmo a COP 20, sediada em Lima, no Peru, em 2014, contribuiu para definir os papéis dos países, sobretudo dos mais ricos, quanto as suas responsabilidades e compromissos objetivos na redução dos gases de efeito estufa. Cf: http://unfccc.int/files/meetings/lima_dec_2014/application/pdf/auv_cop20_lima_call_for_climate_action.pdf.

cientistas, métodos e ferramentas para minimizar as incertezas, que estão relacionadas à cada uma dessas etapas da pesquisa.

Segundo Suraje Dessai e Jeroen van der Sluijs (2007), o fato de que os seres humanos são parte do sistema que está sendo pesquisado, no caso do problema das alterações climáticas, faz com que, por consequência, a incerteza seja irreduzível no contexto de predição.

Existem ainda, entre os cientistas, aqueles que possuem uma postura de descrença sobre a mudança do clima. O físico e meteorologista Luiz Carlos Molion (2008, apud NEVES, 2012) defende que os registros históricos conflitam com a hipótese do efeito estufa intensificado, pois foi entre 1925 e 1946 que o planeta se aqueceu mais rapidamente, mesmo período em que a quantidade de gás carbônico (CO₂) lançado na atmosfera foi inferior a 10% (dez por cento) da quantidade atual. Já o período entre 1947 e 1976 foi caracterizado pelo resfriamento global, mesmo sendo este o período de desenvolvimento econômico intenso que ocorreu após a Segunda Guerra Mundial. Segundo Molion, não se pode afirmar que o aumento de 35% (trinta e cinco por cento) na concentração de CO₂ nos últimos 150 anos tenha causado o aumento da temperatura, conforme argumentação do IPCC (2001; 2007). Pode ter ocorrido justamente o inverso, o aumento da temperatura dos oceanos e da atmosfera pode ter causado o aumento nas concentrações de CO₂.

2.1.1 Efeito estufa e aquecimento global

No entanto, A noção de mudanças climáticas está associada à ideia de aquecimento global que, por sua vez, remete ao efeito estufa⁶. Estudos, apresentados pelo IPCC (2001; 2007), demonstram que acréscimos na concentração de GEE (como o gás carbônico) podem produzir um aumento na temperatura média da Terra⁷, ou seja, um

⁶ O efeito estufa é conhecido desde o século XIX e opera, de modo simplificado, da seguinte forma: considerando que parcela da radiação solar que incide sobre a Terra é absorvida (50%) pela superfície e parte é refletida (em torno de 30%), a outra parcela (20%) é absorvida pelos gases atmosféricos, como vapor d'água, ozônio (O₃), poeira, gás carbônico (CO₂), etc. Desses 20% absorvidos pelos gases atmosféricos, parte é emitida novamente para a superfície terrestre e parte é emitida para o espaço. Isso garante que a temperatura terrestre mantenha-se, em média, a 15°C. Sem o efeito estufa, a temperatura média da Terra estaria em torno de -18°C (dezoito graus Celsius abaixo de zero). Portanto, o efeito estufa é um fenômeno atmosférico que permite a vida na Terra.

⁷ As pesquisas que relacionam a concentração de gás carbônico (CO₂) na atmosfera e a temperatura média contam com a análise do ar aprisionado pelo gelo (testemunho do gelo), que está acumulado em extensas camadas nas geleiras. Dessa forma, é possível saber qual a concentração dos GEE, no período em que o gelo se formou e capturou o ar atmosférico. Essa técnica permite analisar os GEE contidos nas amostras de

aquecimento global, cujas conseqüências vão desde um aumento no nível dos oceanos e desertificações em determinadas regiões até a intensificação de fenômenos como furacões e tornados.

No contexto dessas pesquisas, o IPCC reproduz, através de relatórios de avaliação (AR⁸), os conhecimentos sobre essas alterações no clima global. O quarto relatório de avaliação (AR4) do IPCC diz que as mudanças no clima têm como causa, além de origens naturais, o fator antrópico:

É muito provável que a maior parte do aumento observado nas temperaturas médias globais desde meados do século XX se deva ao aumento observado nas concentrações antrópicas de gases de efeito estufa. [...] Influências humanas discerníveis se estendem, agora, a outros aspectos do clima, inclusive o aquecimento do oceano, temperaturas médias continentais, extremos de temperatura e padrões do vento (AR4, 2007, p.15).

Ou seja, o homem é um dos principais responsáveis pelas emissões de GEE e, portanto, pelo aumento da temperatura média no planeta (aquecimento global)⁹.

Convém destacar que os relatórios anteriores traziam apontamentos sobre a possível correlação entre a ação humana e sua interferência no clima global. Já o quarto relatório coloca a correlação entre atividades humanas e aumento da temperatura como evidência, com alta probabilidade de certeza.

2.1.2 Mudanças climáticas e o Brasil

O Brasil se insere, dentro desse cenário, promovendo espaços e ações institucionais para entender e responder aos desafios das mudanças climáticas, somando-se aos esforços mundiais para a mitigação e adaptação aos efeitos dessas

mais de 850 mil anos, no gelo antártico. Os pesquisadores também consideram a avaliação dos anéis de crescimento das árvores (estudos paleoclimáticos), especialmente de regiões da alta latitude, que registram momentos de maior quantidade de CO₂ na atmosfera. Esses são registros indiretos, mas existem também, desde a metade do sec. XIX, registros diretos por meio de estações climatológicas de coleta de dados. Os trabalhos dos cientistas apontavam que, desde o período da revolução industrial (sec. XVIII), o aumento das emissões de GEE correspondiam a um aumento da temperatura no planeta.

⁸AR: *Assessment Report*. O 1º (primeiro) relatório (AR1) data de 1990, o 2º (segundo) relatório (AR2) é de 1995, já o 3º (terceiro) relatório (AR3) é de 2001; o 4º (quarto) relatório (AR4) foi publicado em 2007 e o 5º (quinto) foi apresentado em 2013-2014. Cada relatório de avaliação é composto por grupos de trabalho (são três ao todo: *Mitigação*; *Base das Ciências Físicas*; e *Impactos, adaptação e vulnerabilidade*).

⁹No Sumário para Formuladores de Políticas Públicas, do Quarto Relatório de Avaliação (AR4) do Grupo de Trabalho I, essa relação é ressaltada: “O aquecimento do sistema climático é inequívoco, como está agora evidente nas observações dos aumentos das temperaturas médias globais do ar e do oceano, do derretimento generalizado da neve e do gelo e da elevação do nível global médio do mar” (IPCC, 2007, p.08).



mudanças. Destarte, o Brasil possui uma Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), (instituída via Lei Nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009 e pelo Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010) que está concatenada com os acordos globais sobre o entendimento acerca das mudanças climáticas.

É importante destacar que o Brasil assume voluntariamente os compromissos, especialmente com a redução de emissões de GEE, no sentido de mitigação e adaptação dos efeitos dessas mudanças. Essa política nacional conta com planos setoriais de mitigação e adaptação em mudanças climáticas, assim como fóruns e consultas públicas. Conta, ainda, com a participação de representantes dos setores produtivos e da sociedade civil, indicados pelo Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC)¹⁰, além de entidades convidadas. Dessa forma, a política nacional, além dos planos setoriais de mitigação e adaptação em mudanças climáticas, também conta com instituições de apoio científico (Rede CLIMA¹¹ e INCT-MC¹²).

Uma das razões para a constituição da Rede CLIMA, enquanto instituição que apoia a política nacional, é o fato de a economia brasileira possuir significativa base em recursos naturais renováveis, o que torna o Brasil potencialmente vulnerável às mudanças climáticas, vulnerabilidade esta ressaltada pelas disparidades regionais de desenvolvimento social e econômico (Rede CLIMA, 2010). Numa perspectiva de longo prazo, as mudanças climáticas globais apresentam risco sem precedentes à civilização, e o Brasil reúne potencialidades para contribuir com a diminuição deste risco, especialmente em função de sua abundância de recursos naturais.

Entretanto, a realização deste potencial depende, dentre outras coisas, do aumento do conhecimento científico (Rede CLIMA, 2010). Assim, um dos primeiros produtos

¹⁰ O Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas foi instituído em 2000, tendo por finalidade a conscientização e mobilização da sociedade, para a discussão e a tomada de posição sobre os problemas decorrentes da mudança do clima por GEE, assim como sobre o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), definido no Protocolo de Kyoto (REVISTA FBMC, 2008).

¹¹ A Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede CLIMA) é um sistema, ligado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que fornece suporte científico para as PNMC, através 13 sub-redes temáticas, estruturadas em diversas universidades e instituições de pesquisa. A Rede CLIMA foi criada através da Portaria MCT nº 728, de 20.11.2007 e tem por finalidade: "I - gerar e disseminar conhecimentos e tecnologias para que o Brasil possa responder aos desafios representados pelas causas e efeitos das mudanças climáticas globais; II - produzir dados e informações necessárias ao apoio da diplomacia brasileira nas negociações sobre o regime internacional de mudanças do clima; III - realizar estudos sobre os impactos das mudanças climáticas globais e regionais no Brasil, com ênfase nas vulnerabilidades do país às mudanças climáticas; IV - estudar alternativas de adaptação dos sistemas sociais, econômicos e naturais do Brasil às mudanças climáticas; [...] VIII - realizar estudos sobre emissões de gases de efeito estufa em apoio à realização periódica de inventários nacionais de emissões de acordo com o Decreto nº 7.390 de 9 de dezembro de 2010" (BRASIL, 2007).

¹² Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas.

colaborativos da Rede CLIMA é a elaboração regular de análises sobre o estado do conhecimento das mudanças climáticas no Brasil, nos moldes dos relatórios do IPCC. Porém, com análises setoriais mais específicas voltadas para a formulação de políticas públicas nacionais e, internacionalmente, servindo de apoio à diplomacia brasileira nas negociações sobre mudanças climáticas. Ou seja, desempenha um papel estratégico, especialmente para a economia do Brasil, servindo de suporte científico para consolidar a posição do país, dentro de espaços de discussão sobre clima.

Percebe-se, assim, que o Brasil projeta-se no cenário internacional através de colaborações científicas, dentro do tema das mudanças climáticas, fornecendo conhecimentos para mitigação e adaptação. Mas também busca inserir-se nesse contexto, economicamente, preservando e explorando racionalmente seus recursos renováveis, tendo em vista o papel estratégico desses potenciais¹³.

Portanto, mudança climática configura-se num tema transversal, que vincula a produção de conhecimento científico aos interesses econômicos estratégicos, mobilizando recursos e redes de pesquisadores em torno de seus potenciais usos e desdobramentos sociais.

2.1.3 Mudanças climáticas em rede: a Rede CLIMA

A Rede CLIMA, como mencionado anteriormente, é uma rede extensa de pesquisadores e instituições, envolvidos em estudos sobre mudança climática, que conta com o apoio do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas (INCT-MC)¹⁴. O INCT-MC está umbilicalmente ligado à Rede CLIMA, pois sua estrutura envolve todas as dimensões tecnológicas e científicas de interesse da Rede CLIMA (Rede

¹³ Como destaca o segundo relatório da Rede CLIMA: “A economia brasileira está intimamente relacionada ao uso de recursos naturais. A agricultura responde por uma porção significativa do Produto Interno Bruto (PIB) nacional. Mais de 70% da geração de energia do país provem de usinas hidrelétricas. Esses aspectos tornam o Brasil potencialmente vulnerável às mudanças ambientais em setores estratégicos, já que os cenários futuros preveem extremos climáticos que podem alterar o regime de temperatura e de disponibilidade hídrica. [...] Ao mesmo tempo, o país reúne potencialidades para contribuir com a diminuição dos impactos dessas mudanças, em função da diversidade de seus ecossistemas. A Amazônia brasileira integra a maior floresta tropical do mundo [...], exercendo um importante papel na captação de carbono e regulação climática.” (Rede CLIMA, 2011, p.08)

¹⁴ Que é assim configurado: “O Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas, criado em 2008, reúne a maior e mais abrangente rede interdisciplinar de instituições de pesquisa em meio ambiente no Brasil, envolvendo mais de 90 grupos de pesquisa de 65 instituições e universidades brasileiras e estrangeiras, com mais de 400 participantes. É um ambicioso empreendimento científico visando colaborar e contribuir com os resultados de suas pesquisas, para o desenvolvimento e o cumprimento dos objetivos do Plano Nacional sobre Mudança do Clima.” (Rede CLIMA, 2011, p.20)

CLIMA, 2011). Assim, o INCT-MC forma e fornece pessoal (doutores e mestres), bem como conhecimentos científicos, e recebe, suplementarmente, recursos através de mecanismos de financiamento da Rede CLIMA.

Dentre as pesquisas sobre mudanças no clima, distribuídas no arranjo institucional da Rede CLIMA, destaca-se a sub-rede *Modelagem*, cujas pesquisas envolvem modelagem do sistema climático global, modelos numéricos e o Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global (MBSCG). Essas pesquisas compõem, também, o eixo tecnológico do INCT-MC, que tem por finalidade o desenvolvimento de produtos, como o próprio MBSCG, o Modelo de Circulação Global da Atmosfera do CPTEC, dentre outros¹⁵.

As pesquisas, no contexto da Rede CLIMA, são orientadas basicamente por duas perguntas: como projetar as mudanças no clima em escala regional e global (como consequências das ações antrópicas e naturais) fazendo-se uso de modelos numéricos, que abrangem as interações entre os componentes físicos do sistema terrestre (oceano, atmosfera, criosfera e biosfera) e, também, como inserir os vários processos desses componentes físicos do sistema, em diversas escalas (temporais e espaciais), nesses modelos numéricos? Essas são as perguntas basilares acerca da modelagem climática. Para tanto, os pesquisadores dessa sub-rede somam esforços para desenvolver o Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global – MBSCG¹⁶ e utilizar outros modelos do sistema climático global (oceano-criosfera-atmosfera-biosfera).

Nessa rede, os cientistas se agrupam em arranjos multi-institucionais e interdisciplinares de modelagem do sistema climático global, coordenados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com participação de universidades e centros de pesquisa nacionais, redes estaduais de pesquisa e colaboração internacional. A sub-rede *Modelagem* é responsável por disponibilizar e facilitar o uso desses modelos climáticos e seus componentes para a comunidade científica nacional, principalmente para as demais sub-redes da Rede CLIMA.

Esse é o contexto institucional da produção do conhecimento científico sobre mudanças climáticas no Brasil.

3 ADMINISTRAÇÃO DA RELEVÂNCIA

¹⁵ Para mais informações sobre os subprojetos do INCT-MC e seus produtos tecnológicos derivados, conferir em: <http://inct.ccst.inpe.br/sub-projetos.php>

¹⁶ Os cenários gerados pelo MBSCG são utilizados como condições de contorno para ajustar os vários modelos. O desenvolvimento do MBSCG tem como objetivo estimular a formação de uma nova geração de modeladores climáticos no Brasil, incorporando ao modelo os conhecimentos derivados de outras sub-redes da Rede CLIMA, com especificidades sobre o Brasil.

A administração da relevância está associada às práticas do fazer científico, portanto, consistindo num elemento do processo de produção do conhecimento científico. Para Knorr-Cetina (2005) a administração da relevância, na elaboração de um artigo ou projeto de pesquisa, serve para inserir o trabalho do cientista num contexto tecnológico e, sobretudo, prático. Isso é feito através da reconstrução das etapas prévias e fornecendo a direção do intercâmbio no qual esse projeto se insere. Em outras palavras, opera no sentido de apresentar como sendo necessárias as contingências da prática científica. Na administração da relevância¹⁷, os autores/pesquisadores tratam de estabelecer que têm algo relevante para dizer, descrevendo o estado do tema/questão presente antes de seus aportes, legitimando assim a inserção de suas pesquisas. Depois, os autores indicam 'como' sua pesquisa é relevante.

Um artigo científico não é um resumo, nem descrição ou mesmo reflexo do processo de investigação, mas sim, como salienta Knorr-Cetina (2005), é um produto do duplo modo de produção instrumental, que é a atividade em laboratório e a produção literária do artigo científico. O raciocínio literário, que opera na elaboração de artigos, é aquele que descontextualiza e recontextualiza as circunstâncias de produção do conhecimento científico. Seu resultado é um artigo científico, que serve para inserir uma pesquisa dentro de um contexto sociotécnico e prático. Portanto, a administração da relevância é também um exercício de exorcizar, nas ações e procedimentos referentes aos métodos adotados na pesquisa, as suas seleções e raciocínios contextuais.

Na transição da atividade em laboratório para o artigo científico, a realidade de laboratório muda. Nessa conversão (de objetos) todos os traços do raciocínio seletivo presentes nas decisões em laboratório são purgados. O que para muitos representa um esforço consciente de descontextualização e recontextualização das circunstâncias contingentes da ação prática da pesquisa, talvez seja uma marca constituinte e indissociável dessa ação. Além disso, talvez esse aspecto da pesquisa seja o que permite a circulação dos objetos na rede.

Esse processo, no entanto, obscurece o caráter construtivista da atividade científica, pois os resultados são depurados dos seus traços de interdependência, presentes na sua gênese laboratorial ou criação construtiva, como aponta Knorr-Cetina

¹⁷ Importante destacar que esse termo não coincide com noção de relevância que Thomas Kuhn apresenta em seu artigo *La tensión esencial* (1983), onde a *relevância* (de uma teoria ou objeto de pesquisa) seria um dos valores, dentre outros, que sustentam e organizam a ciência.

(2005). No entanto, sempre é possível perceber as marcas contextuais que revelam a atividade científica como sendo uma criação construtivista.

Karin Knorr-Cetina destaca que a administração da relevância é um fenômeno do discurso acerca da prática, e não um fenômeno da prática mesma (KNORR-CETINA, 2005). Dessa forma, o raciocínio contido no artigo científico, para que este seja aceito, deve fornecer um manual para a ação prática, e não um *script* sobre o que foi ou será realizado. Para Knorr-Cetina, a administração da relevância está dentro do raciocínio literário dos cientistas, ou seja, faz parte de um processo que vai desde a forma como o cientista transforma a razão de laboratório, construindo uma rede de razões e fundamentações de investigação, até a apresentação de uma versão final dos resultados de pesquisa.

Administrar a relevância é, portanto, um processo de afastamento das circunstâncias contextuais da pesquisa, ou seja, de todas as contingências próprias das seleções feitas em laboratório, descontextualizando o objeto de investigação, e recontextualizando-o, para inseri-lo dentro de um contexto sociotécnico. Por exemplo, a relevância tecnológica de um projeto científico pode ser administrada, sendo apresentada – em artigos científicos - como um (possível) produto dos resultados da investigação científica que, pretensamente, possa ser utilizado para atender determinada demanda. Dessa forma, práticas locais de laboratório, contextualmente contingentes, se inserem em redes globais da atividade científica.

3.1 Sociedade moderna, administração da relevância e mudanças climáticas

Dentro dos estudos sociais que contemplam os problemas da sociedade moderna, tais como a questão do risco e globalização, despontam os trabalhos de Ulrich Beck. Para o sociólogo alemão Ulrich Beck (2011), estamos vivenciando uma ruptura no interior da modernidade, que se apresenta sob a forma da sociedade (industrial) de risco¹⁸. Essa sociedade (de risco¹⁹) é marcada pela oposição²⁰ entre a modernidade e o

¹⁸ Beck toma como referência empírica a sociedade alemã na década de 1980, mas seus apontamentos são pertinentes e válidos para a atualidade, mesmo em países periféricos.

¹⁹ Risco, para o autor (BECK, 2011), é risco global como o risco proveniente de acúmulo de lixo nuclear, de acidentes como Chernobyl (1986) e Fukushima (2011) e não os riscos pessoais, assumidos por qualquer ator em um empreendimento humano.

projeto da sociedade industrial. Nesse cenário, como destaca o autor, as incertezas teóricas correspondem à incerteza prática.

Atualmente, o processo de produção de riquezas é suplantado pelo processo de produção de risco (BECK, 2011). Na modernidade, portanto, a lógica de produção de riquezas²¹ é acompanhada por uma lógica de produção de riscos (científico e tecnologicamente produzidos), como salienta o autor. Dessa forma, pondera o autor, surge a questão: como é possível que ameaças – sistematicamente produzidas no processo de modernização – sejam evitadas e, quando venham à tona, isoladas de modo que não comprometam a modernização nem as fronteiras do ‘aceitável’? Essa nova variável (risco civilizacional) acaba por inserir-se em muitos aspectos da vida social, como, por exemplo, na produção de conhecimento científico.

Nesse contexto, os riscos diferenciam-se claramente das riquezas, pois produzem danos sistematicamente definidos, irreversíveis e, fundamentalmente, invisíveis²² (BECK, 2011). Além disso, apresentam-se, sobretudo, no conhecimento (científico ou anticientífico) e estão, de certo modo, abertos aos processos sociais de definição, uma vez que a disputa definidora em torno dos riscos versa *sobre os efeitos colaterais* sociais, econômicos e políticos *dos efeitos colaterais* que comumente associamos, em geral, ao meio ambiente e, em particular, à saúde humana. Dito de outro modo trata-se, para Beck, de perdas de mercado, depreciação de capitais, controles de decisões empresariais, procedimentos judiciais, aberturas de novos mercados²³.

Destarte, os processos cognitivos/teóricos de definição de riscos estão mesclados aos políticos, fazendo com que instrumentos e posições da definição de riscos tornem-se posições-chave em termos sociopolíticos. Nesse contexto, o conhecimento adquire uma nova relevância política e, por conseguinte, os potenciais políticos da sociedade de risco devem ser analisados por uma sociologia (e teoria) do conhecimento sobre os riscos. Nesses termos, Beck (2011) apresenta (sinteticamente) a dinâmica política das potenciais ameaças civilizacionais.

²⁰ O autor expõe a diferenciação (e oposição) entre *modernidade* e *sociedade industrial clássica* utilizando-se de uma analogia histórica: assim como, no sec. XIX, a modernização dissolveu completamente a sociedade agrária, permitindo a consolidação da sociedade industrial, a modernização suplanta os marcos da sociedade industrial, fazendo surgir outra configuração social (BECK, 2010).

²¹ Que é caracterizada pela busca por saciar as carências materiais, através das riquezas produzidas pela sociedade industrial, e pela sua correspondente distribuição desigual de recursos.

²² Como a radioatividade e os poluentes presentes no ar e nos alimentos, que escapam à percepção humana imediata.

²³ Cabe ressaltar que o Relatório Stern (2007) faz extensa menção a esses aspectos, relacionando-os às mudanças climáticas.

Bruno Latour (2004) coaduna com a perspectiva de Ulrich Beck (2011), sobre a produção de riscos na sociedade moderna, ao ressaltar que a crise ecológica (expressa por Latour como crise de objetividade, e não como crise da Natureza) é reconhecida/identificada quando podemos caracterizar os vínculos *de risco* dos 'quase-objetos'²⁴. Eles não têm contornos definidos (são desordenados) e, por isso, formam entrelaçamentos e raízes. Uma segunda característica desses objetos, para Latour é que seus produtores (cientistas, por exemplo) tornaram-se visíveis e a produção técnico-científico-industrial faz parte de sua definição. Outro traço desses 'quase-objetos' é o fato de estarem ligados/conectados ao mundo social e aos seus autores. Por fim, não se pode mais suspendê-los de suas consequências inesperadas, pois sobre eles (quase-objetos) repousa a atenção de todos, voltada para essas consequências, cuja responsabilidade eles aceitam²⁵.

Assim, o nó górdio da modernidade não pode ser resumido a (e resolvido pela) utilização econômica da natureza para livrar as pessoas das sujeições tradicionais, pois trata-se, também, de problemas oriundos do próprio desenvolvimento tecno-científico-econômico.

Uma vez que as fontes de riqueza, que saciam as carências materiais, vêm acompanhadas de "ameaças colaterais", se percebe, no processo de modernização, que fontes de *destruição* também são desenvolvidas (BECK, 2011). Como consequência, para Beck, vivemos uma transição entre uma sociedade que distribui riquezas para uma que distribui riscos. Para o autor, ao apagar das luzes dessa transição, as categorias tradicionais serão também transformadas²⁶.

Dentro da sociedade industrial moderna, os riscos adquirem um caráter inédito que está baseado na sua construção científica e *social*. A ciência (em relação aos riscos) possui um triplo sentido: se torna simultaneamente causa, expediente definidor e fonte de soluções (BECK, 2011). Sendo assim, a ciência experimenta a dúvida, da qual estava imune durante o período que Beck chama de *modernização das tradições*²⁷. Agora, na

²⁴ Que são objetos 'limpos' aos quais se somam seus riscos associados, seus produtores, consumidores, seus questionamentos jurídicos e cortejos de negócios (LATOURE, 2004)

²⁵ Lembremos que, pela abordagem *simétrica* de Bruno Latour (2000; 2008), tanto entes humanos quanto não-humanos são capazes de agenciamento.

²⁶ Assim como Bruno Latour (2008), ao constatar as mudanças conceituais no seio da sociedade moderna, Ulrich Beck (2011) também aponta para uma nova teoria social, que nesse caso se dedicaria a analisar os riscos disseminados.

²⁷ Tanto para Beck (2011) quanto para Latour (2004) persiste, na sociedade moderna, uma separação (política e epistemológica) entre Sociedade e Natureza que não mais se sustenta. Essa separação artificial é ilustrada por Latour através do (anacrônico) *Mito da Caverna*.

modernização da sociedade industrial, a ciência confronta-se com seus próprios resultados, carências e tribulações, pois a dúvida foi estendida aos fundamentos do trabalho científico. Portanto, o recurso à ciência é ao mesmo tempo universalizado e desmistificado (BECK, 2011). Essa fase, que vivenciamos atualmente, é denominada por Ulrich Beck como “cientificização reflexiva”²⁸.

Beck (2011) alerta para o fato de que as discussões ambientais – que permeiam tanto debates públicos quanto a formação de agendas de pesquisa científica - permaneceram tecnocráticas e naturalistas²⁹. Segundo esse autor, essas discussões tornam-se vazias e mesmo absurdas sem a integração das estruturas sociais de poder, das burocracias e racionalidades³⁰ vigentes. Assim sendo, a distinção reducionista entre (e limitada por) tecnologia e natureza, no sentido de perpetrador e vítima (típica dos movimentos ambientalistas), não apreende os conteúdos sociais, políticos e culturais dos riscos da modernidade (BECK, 2011). Convém ressaltar que, de um modo geral, o impacto ambiental da indústria e a destruição da natureza vêm acompanhados de um *déficit* de pensamento social nas situações de risco social que, na concepção de Beck, não é percebido mesmo pelos sociólogos.

No que tange a produção do conhecimento científico sobre os riscos (civilizacionais), existe uma profusão de resultados pontuais condicionais e incertos da ciência (hipercomplexidade do conhecimento). Mesmo os critérios compensatórios (como reputação, tipo e local de publicação, base institucional) acabam fracassando, segundo Beck (2011), na tentativa de dar conta desses conhecimentos. Uma dimensão importante, destacada pelo autor, do processo de *cientificização reflexiva* - mas que não será aprofundada nesse trabalho - é o fato de que a insegurança se estende à dimensão exterior (da construção do conhecimento científico) e se invertem posições, tornando usuários dos produtos científicos coautores ativos do processo social de definição do conhecimento (especialmente sobre os riscos).

Outra dimensão é a passagem da ciência para sua práxis correspondente, onde as ciências são confrontadas com o reflexo de suas promessas não cumpridas. Ulrich Beck (2011) pondera que são, precisamente, os êxitos das ciências que fazem crescer – desproporcionalmente – os riscos advindos do progresso tecnocientífico. Isso, por

²⁸ Nesse processo a dúvida científica é estendida às bases imanentes da ciência e seus efeitos, caracterizando um desencantamento das pretensões de verdade científicas.

²⁹ São conduzidas através de categorias das ciências naturais, portanto, a consciência teórica do risco é uma consciência marcadamente *cientificizada*.

³⁰ Recordemos que Karin Knorr-Cetina (2005) pondera que é importante o pesquisador social deter o olhar nas formas de raciocínio, presentes na construção do conhecimento científico.

consequente, promove tanto uma série de análises científicas sobre os riscos quanto análises sobre a ciência e, para Beck, por mais paradoxal que pareça, em um mundo já repartido em cientificidade e profissionalmente administrado, as perspectivas de futuro e as oportunidades de expansão da ciência estão ligadas também à crítica da ciência. Portanto, é justamente nesse contexto (de incertezas generalizadas e de proliferação do conhecimento sobre os riscos) que ocorre a administração da relevância da pesquisa científica.

3.1.1 Relevância da pesquisa científica no contexto das mudanças no clima

Os riscos, para Ulrich Beck (2011), se revelavam na eminência dos acidentes nucleares, das contaminações alimentares por agrotóxicos, da poluição dos rios e oceanos, etc. Além desses riscos, hoje percebemos os efeitos nocivos das mudanças climáticas como uma das fontes de ameaça moderna. Essa temática, como já mencionado, está cercada pelas incertezas, expressas nos artigos científicos que tratam do tema, mas que se refletem também na crença social na ciência, enquanto instrumento capaz de dar conta dos riscos climáticos (que ela mesma reflexivamente co-produz, justamente, por seu papel na economia).

Ulrich Beck (2011) aponta, nesse sentido, que os riscos não podem ser limitados geograficamente ou em relação a grupos específicos, ou seja, as ameaças são independentes de classes e são supranacionais. Certamente os riscos ligados ao tema da mudança climática possuem essa característica, uma vez que esse tema também é transnacional e, em certo sentido, não respeita diferenças de classe social.

Porém, mesmo que se possa associar a temática das mudanças climáticas ao processo de produção de riscos (BECK, 2011), essa associação deve ser acrescentada, ao menos, de ponderações. Existe um discurso - expresso em documentos oficiais [STERN (2007); relatórios do IPCC (2001; 2007)] - que não aponta responsabilidades de atores específicos sobre os efeitos³¹, ou seja, se distribui as responsabilidades entre todos os habitantes do planeta. Mas esses mesmos documentos trazem a noção de efeitos diferentes para países economicamente distintos, quando falam de mudanças

³¹ Uma vez que as causas são, desde a apresentação do 4º Relatório do IPCC (2007), antrópicas e naturais.

climáticas. Assim, os riscos podem ser transnacionais, no entanto as responsabilidades são geográfica e economicamente distribuídas.

Há, portanto, uma blindagem em relação aos responsáveis objetivos pelas fontes de emissão de GEE (notadamente os setores da indústria e agricultura), colocando os *consumidores* no mesmo nível político³² dos *produtores*, em termos de responsabilidade sobre os riscos.

Já no plano epistêmico, a produção de conhecimento científico sobre as mudanças climáticas opera diante de complexas expectativas sociais³³. Essas expectativas - orientadas axiologicamente³⁴ - envolvem as (possíveis) respostas da ciência sobre os efeitos das mudanças no clima (em termos de explicação científica do tema) e envolvem, também, as formas potenciais de mitigação e adaptação aos efeitos das mudanças climáticas (como novos produtos tecnológicos ou processos alternativos, oriundos desses conhecimentos científicos).

Nesse sentido, Beck (2011) salienta que, em relação às questões do emprego de tecnologias, se sobrepõem questões de “manejo” político e científico – englobando a administração, descoberta, integração, prevenção, acobertamento - dos riscos de tecnologias efetivas ou potencialmente utilizáveis, considerando os horizontes de relevância a serem objetivamente definidos.

Nesse contexto, a pesquisa científica sobre mudanças climáticas vê-se compelida a apresentar sua relevância (social, tecnológica, econômica, axiológica, epistemológica), ao mesmo tempo em que busca tratar (revelando ou escondendo) das incertezas inerentes à própria temática. Então, se é possível objetivar o *locus* da administração da relevância da pesquisa científica, dentro da produção de conhecimento, ela se encontra nos artigos científicos, como aponta Karin Knorr-Cetina (2005).

Visto que o objeto dos cientistas naturais é carregado em termos sociais, os cientistas trabalham dentro de um forte “campo magnético político-econômico-cultural”.

³² Beck (2011), utilizando-se da ideia de sistema, diz que a interdependência sistêmica dos atores da modernização (na economia, política, agricultura, direito) corresponde à ausência de causas específicas e responsabilidades isoláveis. Em outras palavras: a alta divisão do trabalho implica uma cumplicidade geral, e, esta, uma irresponsabilidade generalizada. Essa concepção de Ulrich Beck acaba reforçando a *blindagem* de específicos/especificáveis agentes político-econômicos, promotores das ameaças civilizacionais.

³³ Essa perspectiva é corroborada por Beck (2011), que destaca o fato da pesquisa científica, na sua essência, permanecer em uma dependência das expectativas e valores sociais.

³⁴ Uma vez que, mesmo a pretensão da racionalidade científica em definir os riscos objetivamente baseia-se, por uma lado, num castelo de cartas de conjecturas especulativas e, por outro lado, para se falar em riscos, é necessário assumir um ponto de vista axiológico (BECK, 2011).

Esse ‘campo magnético’ pode mesmo dar o tom de seus trabalhos científicos, encarrilhando questionamentos (ou seja, fornecem os objetos de pesquisa) a serem fundados em termos de evidência e, depois, em termos de conteúdo científico (BECK, 2011).

Para Ulrich Beck (2011) a pesquisa científica deve arcar e conscientemente assumir, não somente com o bônus, mas também com o ônus de suas implicações e desdobramentos políticos. Cabe, então, às ciências sociais se debruçar sobre as práticas, os conteúdos e a importância política do trabalho científico, para lançar luz sobre essa atividade, especialmente sobre as zonas tabus (se realmente existirem e forem passíveis de investigação) da prática científica.

4 ANÁLISE DO CONTEÚDO DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS

As diversas abordagens da sociologia do conhecimento científico fornecem caminhos metodológicos distintos para tratar o tema do conhecimento e as questões nas quais esse tema se desdobra. Nessa seção será realizada a análise de conteúdo dos artigos científicos, para se compreender como a relevância, dos objetos de pesquisa, é administrada pelos cientistas. Antes, porém, será discriminado o papel dos artigos na produção de conhecimento.

Perguntar-se “como” um fenômeno social ocorre aponta para o “por quê” desse fenômeno e, assim, para sua explicação, uma vez que essas perguntas estão conectadas. Dessa forma, a busca do “como” dirige a pesquisa para a origem do fenômeno e fornece um caminho para a sua compreensão (KNORR-CETINA, 2005).

A importância de se saber ‘como’ é promovida a relevância dos objetos epistêmicos, nos artigos científicos, reside também na possibilidade de se realizar uma cartografia das tendências na produção contemporânea de conhecimento científico. Para Bruno Latour (2008), a Sociologia é o rastreamento de associações entre elementos heterogêneos (entre humanos e não-humanos, por exemplo), nesse sentido, mapear tendências é também revelar associações dentro do campo científico, as relações e vínculos entre atores numa rede e entre redes.

Dentro do quadro teórico adotado como referencial, minha pesquisa baseou-se na análise de artigos científicos, produzidos por pesquisadores em mudança climática, da Rede CLIMA. Isso se deve ao papel que a Rede CLIMA desempenha dentro da



organização e da produção de conhecimento científico sobre mudanças climáticas, como mencionado anteriormente.

4.1 Artigo científico como forma de exposição do conhecimento

É importante destacar que os artigos são a forma cogente de apresentação dos resultados e dados científicos, mas nem sempre essa forma prevaleceu no meio científico. No passado, livros constituíam o formato de divulgação do conhecimento científico e eram voltados para um público leigo, possivelmente interessado nos objetos de estudo.

Thomas Kuhn (2009) argumenta que, agora, os artigos se voltam para os pares da comunidade científica. Então, segundo Kuhn, as pesquisas surgirão sob a forma de artigos breves, dirigidos apenas aos colegas de profissão, indivíduos que certamente conhecem o paradigma partilhado e que demonstram serem os únicos capazes de decifrar os escritos a eles endereçados. E, de fato, os artigos científicos apresentam-se como documentos breves, especialmente nas ciências naturais. Ainda sobre o papel dos livros e artigos, na divulgação científica, Kuhn pondera que:

Hoje em dia os livros científicos são geralmente ou manuais ou reflexões retrospectivas sobre um ou outro aspecto da vida científica. O cientista que escreve um livro tem mais probabilidades de ver sua reputação comprometida do que aumentada. De uma maneira regular, somente nos primeiros estágios de desenvolvimento das ciências, anteriores ao paradigma, o livro possuía a mesma relação com a realização profissional que ainda conserva em outras áreas abertas à criatividade (KUHN, 2009, p.41).

É bastante claro que Kuhn tinha como referência as ciências naturais, ao falar da mudança no padrão de publicação científica (dos livros para os artigos breves³⁵).

Uma vez que um paradigma esteja compartilhado pelos membros da comunidade científica, segundo Kuhn (2009), não é mais necessário, para construir um campo de estudos, fundamentar e justificar os conceitos introduzidos nas pesquisas. Talvez, por isso o artigo breve tenha se tornado a forma cogente de expressar o conhecimento científico³⁶.

³⁵ Mas, atualmente muitos livros, mesmo nas ciências sociais, são constituídos por um conjunto de artigos científicos organizados por um autor.

³⁶ Mas não apenas dentro do regime científico, como aponta Terry Shinn (2008), pois os praticantes do regime utilitário (como as engenharias), em uma tentativa de elevar seu prestígio, adotaram estratégias para

Sobre a questão da (im)possibilidade de compreensão e de acompanhamento das pesquisas científicas, e suas controvérsias, Bruno Latour destaca que a literatura científica isola o leitor. Isso ocorre, justamente, porque produzir artigos é arregimentar outros autores, portanto, é um processo de arregimentação de aliados:

Um documento se torna científico quando tem pretensão a deixar de ser algo isolado e quando as pessoas engajadas na sua publicação são numerosas e estão explicitamente indicadas no texto. Quem o lê é que fica isolado (LATOURE, 2000, p.58).

Esse isolamento é, assim, um resultado das extensas cadeias de atores e decisões que envolvem a pesquisa. Latour (2000) ainda ressalta que a literatura técnica e científica é difícil de ler e analisar não porque ela escape a todos os elos sociais normais, mas porque é *mais social*³⁷ do que os vínculos sociais considerados normais.

Assim, através de etnografias de laboratório, realizadas por pesquisadores como Karin Knorr-Cetina (2005), aspectos importantes do processo de produção do conhecimento científico puderam vir à tona sociologicamente, como o caráter contingente de sua construção e as estratégias de convencimento na apresentação dos objetos epistêmicos. Pierre Bourdieu (2003) ressalta o papel dos estudos de laboratório de Karin Knorr-Cetina na compreensão desses aspectos:

Los objetos científicos no sólo son fabricados técnicamente en los laboratorios, sino que también son construidos de manera inseparablemente simbólica y política mediante unas técnicas literarias de persuasión determinadas que pueden encontrarse en los artículos científicos, mediante unas estratagemas políticas con las que los científicos aspiran a establecer unas alianzas o a movilizar unos recursos, o mediante las selecciones que construyen los hechos científicos desde dentro (BOURDIEU, 2003, p.44).

Isso somente foi possível através da investigação do processo de confecção dos artigos científicos, cotejando, no caso dos estudos etnográficos de Karin Knorr-Cetina, com as práticas de laboratório e com as racionalidades subjacentes a essas práticas.

Por sua vez, Karin Knorr-Cetina (2005) destaca que o artigo é a declaração, por parte dos cientistas, de resultado relevante de um processo, além do qual, geralmente,

alinhá-lo com alguns elementos disciplinares (da ciência), como a circulação de seus resultados na forma de artigos, relatórios e boletins em periódicos profissionais.

³⁷ Convém ressaltar que, para Bruno Latour (2008), o termo “social” não é algo estabilizado, assim como não constitui um material ou domínio específico que possa fornecer uma “explicação social” a algum estado das coisas (LATOURE, 2008). Se o “social” não está estabilizado, se as fronteiras das associações não estão definidas, então a *sociologia do social* não pode dar conta dos fenômenos tradicionalmente estudados. É nesse ponto que a Teoria Ator Rede ou, nas palavras de Latour, a “sociologia das associações” propõe deter-se sobre as práticas e associações, que se formam e tentam perdurar, uma vez que a sociologia deveria explicar como se mantém unida a sociedade, e não usar a sociedade para explicar outra coisa.

não se pode penetrar. No estudo sobre a fabricação do conhecimento, a produção do artigo científico deve ser, então, de especial interesse³⁸.

A ação de laboratório procede em um espaço de possíveis seleções, delimitado por esse contexto, até que o contexto volte a redefinir-se. As razões que aparecem *post hoc*, em uma lógica das decisões, são simultaneamente presunções do futuro em uma lógica da ação, segundo Knorr-Cetina (2005). Os estudos de Karin Knorr-Cetina mostraram que, quando os cientistas geram um novo método como um recurso em relação com as diversas demandas que os atravessam, essas demandas atraem uma série de atores. É com respeito a estes e outros agentes que os cientistas constituíram a fusão de interesses³⁹, que caracteriza a relação de recursos, e que sustenta a construção de uma determinada investigação.

Assim, por ser fruto de um trabalho coletivo – que envolve diversas demandas e agentes no contexto de laboratório -, a produção de fatos, expressa na literatura técnica, se torna de difícil leitura, cuja possibilidade de discordância seria fatigante e quase impossível de se refutar. Pois, cada artigo carrega uma série de autores, equipamentos e numerosos recursos retóricos, como pontua Latour (2000). Além disso, os artigos são estratificados, feitos em camadas, que defendem as afirmações, portanto, se auto fortalecem, segundo. Diante disso, restariam três alternativas, de acordo com ele, aos leitores, especialmente deparando-se com uma controvérsia científica: desistir, aderir ou reexecutar a pesquisa. É nesse contexto (prático), com essas características (lógicas, simbólicas e materiais) e sob esses condicionantes que os artigos são produzidos.

Mas, enquanto estratégias sociais, as propriedades formais do trabalho científico não podem ser capturadas pela ciência do discurso. Nesse sentido, Knorr-Cetina (2005) ampara-se em Pierre Bourdieu para justificar a incapacidade de apreensão das lógicas, que operam no fazer científico, por meio de análise do discurso:

Como argumentó Bourdieu, las propiedades formales de un trabajo [científico] son al mismo tiempo estrategias sociales, y no pueden ser capturadas por una ciencia del discurso considerado en sí mismo y por sí mismo (KNORR-CETINA, 2005, p.226).

Dessa forma, deve-se conduzir a investigação, sociologicamente, através de outros instrumentos metodológicos como, por exemplo, a análise de conteúdo.

³⁸ Knorr-Cetina vai além e sugere, metodologicamente, que devemos seguir a conversão de raciocínios, na medida em que passamos do laboratório ao papel.

³⁹ Noção muito próxima do conceito de *translação de interesses* de Bruno Latour (2000), que vem das cadeias de associações formadas por distintos atores para a construção de fatos/alegações/artefatos científicos, onde interesses dos grupos não são, necessariamente, divergentes e podem ser conciliados.

4.1.1 O *locus* da administração da relevância científica

A administração da relevância de uma pesquisa científica é realizada no artigo, especificamente, na *Introdução* do artigo, onde os resultados de investigação são apresentados como recursos (epistêmicos), como pondera Karin Knorr-Cetina:

El artículo científico que he elegido para examinar supone una conversión de recursos que sirve para ilustrar un mecanismo más general de conexión en las redes que hemos llamado campos transcientíficos. Característicamente, esa versión se encuentra en la primera parte del producto científico (**su Introducción**) (KNORR-CETINA, 2005, p.227. Grifos do original.)

Por sua vez, no laboratório, a rede de raciocínios que rodeia uma investigação define suas traduções de decisões e suas seleções. No artigo, essas seleções são introduzidas e rodeadas pela rede de razões ligadas, de acordo com Knorr-Cetina (2005), na *Introdução*. A *Introdução* é, portanto, o *locus* do artigo que o marca em um contexto de relevâncias. Os autores fazem isso designando aqueles agentes a quem seu trabalho interessa, e especificando as circunstâncias de seu mandato. Constroem, segundo Knorr-Cetina (2005), um mundo real que lhes exige que se separem de um mundo possível.

Como estratégia literária efetiva (mas oculta), prefere-se falar de recursos disponíveis ao invés de necessários. No entanto, nas pesquisas sobre mudanças climáticas, os resultados são postos como necessários, na tentativa de eliminar qualquer suposição sobre as contingências do contexto de produção do conhecimento científico.

Os estudos etnográficos de Knorr-Cetina (2005) postulam que situações práticas ligadas com agentes práticos e ordenadas por contingências sequenciais constituem o tecido (contextual) de razões nas quais a *Introdução* insere o trabalho apresentado. Nesse sentido, é mister ressaltar que nenhuma parte do artigo reflete o relato dos cientistas sobre a origem e justificação da pesquisa. A seção do texto, para Knorr-Cetina (2005), que corresponde às explicações é a *Introdução*.

Na *Introdução*, um trabalho, que foi expurgado de interesses pessoais e de contingências situacionais, se insere num novo marco (de razões) no qual, quase literalmente, o trabalho se recontextualiza⁴⁰.

⁴⁰ Isso sinaliza, na concepção de Knorr-Cetina (2005), para um mecanismo de conexão social que é interessante em si mesmo, dado que difere da concepção hegemônica da organização social da Ciência (criticada no Cap.IV de sua obra), marcada pela ideia de que a integração social repousa sobre algo que é compartilhado, sejam normas, valores, para Robert Merton (Cf. *Ciencia, tecnología y sociedad en la*

4.1.2 Metodologia da pesquisa

Para se debruçar sobre o objeto estudado, optou-se pela análise de conteúdo, amplamente utilizada nas ciências sociais, como instrumento de investigação da administração da relevância. A análise de conteúdo é definida, por Mônica Carvalho Alves Cappelle et al (2003), como:

Um conjunto de técnicas de análise de comunicação visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção destas mensagens (BARDIN, 1979, p.42 apud CAPPELLE, 2003, p.04).

Nesse sentido, Laurence Bardin (1979) defende a pertinência da análise de conteúdo, enquanto instrumento de investigação, como uma ‘técnica de ruptura’ dentro do esforço de superação da ‘ilusão da transparência’ dos fatos sociais, apontada por Pierre Bourdieu (2003), típica da sociologia espontânea.

O objetivo da análise de conteúdo é, segundo Bardin (1979), a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção das mensagens. Nesse sentido, após a descrição sistemática e objetiva das mensagens, no intuito de chegar à interpretação dessas, faz-se necessário proceder com a inferência, permitindo a passagem da descrição à interpretação.

O que se busca, quando se realiza uma análise, é uma correspondência entre a estrutura semântica (ou linguística) e a estrutura sociológica dos enunciados, através de uma leitura que visa não “à letra” do texto, mas o realçar de sentidos que se encontram em segundo plano (BARDIN, 1979).

Nesse processo é necessário realizar a constituição do *corpus* a ser analisado⁴¹. Para a constituição do *corpus* da pesquisa, foram selecionados 14 artigos científicos⁴² da

Inglaterra del siglo XVII, 1984), ou os paradigmas cognitivos das comunidades científicas, para T. Kuhn (2009), presumidas. Karin Knorr-Cetina aponta, então, em outro sentido: para a ideia de que o mecanismo relevante de integração social é uma forma de *intercâmbio* quase econômico.

⁴¹ Sobre as regras de seleção do *corpus*, Laurence Bardin (1979) elenca algumas que deveriam ser observadas, como a regra da exaustividade, a de representatividade (amostragem por quotas ou ao acaso), dentre outras.

⁴² Numerados de 1 à 14, para fins de identificação:

Artigo 1: S. R. Freitas, K. M. Longo, J. Trentmann, D. Latham (2010) Technical Note: Sensitivity of 1-D smoke plume rise models to the inclusion of environmental wind drag, *Atmospheric Chemistry and Physics* 10(2), p. 585-594.



sub-rede Modelagem, da Rede CLIMA, de 2010⁴³ até 2012, que constam nos relatórios produzidos, desde 2009, pela Rede CLIMA.

A escolha da Rede CLIMA ocorreu por tratar-se de uma rede que congrega as principais instituições brasileiras que fornecem suporte científico para o discurso acerca da mudança climática⁴⁴. A seleção dos materiais nesse período de tempo (2010-2012) tem como critério a sincronicidade, ou seja, artigos que pertencem a um ciclo (natural) de estabilidade na produção de conhecimento científico sobre mudanças climáticas, particularmente, aqueles produzidos a partir do Quarto Relatório de Avaliação (AR4) do IPCC (em 2007).

Artigo 2: Marina Hirota, Carlos Nobre, Marcos Daisuke Oyama, Mercedes M C Bustamante (2010) The climatic sensitivity of the forest, savanna and forest-savanna transition in tropical South America., *The New phytologist* 187(3), p. 707-19.

Artigo 3: K. M. Longo, S. R. Freitas, M. O. Andreae, a. Setzer, E. Prins, P. Artaxo (2010) The Coupled Aerosol and Tracer Transport model to the Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modeling System (CATT-BRAMS) – Part 2: Model sensitivity to the biomass burning inventories, *Atmospheric Chemistry and Physics* 10(13), p. 5785-5795.

Artigo 4: Ana Cláudia Mendes Malhado, Gabrielle Ferreira Pires, Marcos Heil Costa (2010) Cerrado Conservation is Essential to Protect the Amazon Rainforest, *Ambio* 39(8), p. 580-584

Artigo 5: José Fernando Pesquero, Sin Chan Chou, Carlos Afonso Nobre, José Antonio Marengo (2010) Climate downscaling over South America for 1961–1970 using the Eta Model, *Theoretical and Applied Climatology* 99(1-2), p. 75-93.

Artigo 6: Francis Lacerda, Paulo Nobre (2010) Aquecimento global: conceituação e repercussões sobre o Brasil, *Revista Brasileira de Geografia Física* 03, p. 14-17.

Artigo 7: S. R. Freitas, K. M. Longo, M. F. Alonso, M. Pirre, V. Marecal, G. Grell, R. Stockler, R. F. Mello, M. Sánchez Gácita (2011) PREP-CHEM-SRC – 1.0: a preprocessor of trace gas and aerosol emission fields for regional and global atmospheric chemistry models, *Geoscientific Model Development* 4(2), p. 419-433.

Artigo 8: Luciana Sanches, Nara Luísa Reis de Andrade, Marcos Heil Costa, Marcelo De Carvalho Alves, Denilton Gaio (2011) Performance evaluation of the SITE@ model to estimate energy flux in a tropical semi-deciduous forest of the southern Amazon Basin., *International journal of biometeorology* 55(3), p. 303-12.

Artigo 9: Javier Tomasella, Laura S Borma, A Marengo, Daniel A Rodriguez, Luz A Cuartas, Carlos A Nobre, Maria C R Prado (2011) The droughts of 1996 – 1997 and 2004 – 2005 in Amazonia : hydrological response in the river main-stem, *Hydrological Processes* 25, p. 1228-1242.

Artigo 10: S. V. Cuadra, M. H. Costa, C. J. Kucharik, H. R. Da Rocha, J. D. Tatsch, G. Inman-Bamber, R. P. Da Rocha, C. C. Leite, O. M. R. Cabral (2012) A biophysical model of Sugarcane growth, *GCB Bioenergy* 4(1), p. 36-48.

Artigo 11: Paulo Nobre, Roberto a. Almeida, Marta Malagutti, Emanuel Giarolla (2012) Coupled Ocean–Atmosphere Variations over the South Atlantic Ocean, *Journal of Climate* 25(18), p. 6349-6358.

Artigo 12: Edson L. Nunes, Marcos H. Costa, Ana C.M. Malhado, Lívia C.P. Dias, Simone a. Vieira, Luciana B. Pinto, Richard J. Ladle (2012) Monitoring carbon assimilation in South America's tropical forests: Model specification and application to the Amazonian droughts of 2005 and 2010, *Remote Sensing of Environment* 117, p. 449-463, Elsevier Inc.,

Artigo 13: Marcos Paulo Santos Pereira, Marcos Heil Costa, Ana Cláudia Mendes Malhado (2012) Vegetation patterns in South America associated with rising CO2: uncertainties related to sea surface temperatures, *Theoretical and Applied Climatology* 111(3-4), p. 569-576.

Artigo 14: Isabel L. Pilotto, Sin Chan Chou, Paulo Nobre (2012) Seasonal climate hindcasts with Eta model nested in CPTEC coupled ocean–atmosphere general circulation model, *Theoretical and Applied Climatology* 110(3), p. 437-456.

⁴³ Ano em que a sub-rede Modelagem inicia a divulgação de suas pesquisas.

⁴⁴ Convém destacar que o IPCC serve de parâmetro para as discussões sobre mudanças climáticas. As bases científicas do IPCC são, justamente, instituições de pesquisa sediadas nos países signatários, que no Brasil estão ligadas à Rede CLIMA. Essas instituições fornecem os argumentos tecnocientíficos para as discussões e intervenções sociais sobre mudança climática no mundo.

Nesse sentido, Roland Barthes (1967, *apud* BAUER e GASKELL, 2012) sugere que uma seleção qualitativa siga - além da relevância e da homogeneidade - a sincronicidade como critério, pois:

[...] um *corpus* é uma interseção da história. A maioria dos materiais tem um ciclo natural de estabilidade e mudança. Os materiais a serem estudados devem ser escolhidos dentro de um ciclo natural: eles devem ser sincrônicos. O ciclo normal da mudança irá definir o intervalo de tempo dentro do qual um *corpus* de materiais relevantes e homogêneos deve ser selecionado (BAUER e GASKELL, 2012, p.56).

A partir disso, os objetivos da pesquisa podem ser delineados, que - nesse caso - é identificar a administração da relevância, nos artigos científicos.

Os artigos científicos fazem parte do domínio de aplicação da análise do conteúdo, uma vez que são códigos linguísticos, cujo suporte é escrito, e são formas de comunicação de massa (como jornais, livros, panfletos, cartazes). Mesmo que, na prática⁴⁵, os artigos científicos sejam consumidos por um público restrito, eles são considerados como comunicação de massa, justamente por que o resultado de uma pesquisa deve ser amplamente divulgado para ter validade científica.

Laurence Bardin (1979) apresenta-nos as unidades analíticas para fins de operacionalizar os códigos dos enunciados: *unidade de codificação* (como a palavra, a frase, o minuto) e, havendo ambiguidades no sentido do referencial, usa-se a *unidade de contexto*. Assim, no procedimento de codificação - que é a transformação dos dados brutos que permitam uma representação do conteúdo da mensagem/texto - recorre-se ao recorte do texto em unidades⁴⁶ de registro [por exemplo: risco (tema), ameaça (palavra), erro (palavra), precisão (palavra), incerteza (tema)]. No que se refere ao recorte em unidades de contexto⁴⁷ trata-se, nesse trabalho, da *Introdução* dos artigos científicos analisados.

A unidade pode ser, no nível semântico, um 'tema' ou, no nível linguístico, uma 'palavra' ou 'frase' (BARDIN, 1979). Convém apontar que a unidade de registro existe na

⁴⁵ Bruno Latour (2000) postula que a literatura técnica é um produto dos cientistas voltado para seus pares, que possuem interesse e disposição para ler os materiais publicados, e não tem por objetivo um público 'leigo'.

⁴⁶ Unidades são elementos que permitem uma descrição das características do conteúdo analisado (HOLSTI, 1969, *apud*, BARDIN, 1979).

⁴⁷ De acordo com Bardin (1979), serve de unidade de compreensão para codificar a unidade de registro e correspondem a fragmentos de mensagem, cujas dimensões são ótimas para compreender o significado das unidades de registro, como a frase para a palavra (ou o tema para palavra e para a frase; ou o fragmento da mensagem para o elemento).

intersecção entre unidades perceptíveis (palavras, frases, documentos materiais, personagens) e unidades semânticas (temas, acontecimentos).

Segundo Bardin (1979) existem dois pólos de análise: Emissor/receptor⁴⁸ e a mensagem⁴⁹. Em minha pesquisa, o emissor é um grupo (os cientistas) e os receptores são constituídos, basicamente, de um grupo restrito (outros cientistas). O canal (ou meio) é o artigo científico, portador da mensagem.

Nessa pesquisa, alguns temas/conceitos emergiram, de forma pronunciada, a partir da leitura dos artigos analisados e, também, do contato com o referencial teórico, tais como a incerteza, o apelo tecnológico/econômico/social e o fator local, dentre outros.

Portanto, dentre as técnicas da análise de conteúdo que almejam a compreensão dos significados manifestos e latentes no material de comunicação, a análise temática (ou categorial) foi utilizada nesse trabalho.

4.2 Análise da incerteza nos artigos científicos

Um tema que surge, de forma recorrente, nos artigos científicos sobre mudanças climáticas é a *incerteza*. Importante destacar que a categoria *incerteza* está umbilicalmente ligada à pesquisa sobre mudanças climáticas e, para os estudos sociais sobre ciência e tecnologia, a questão de risco possui uma dinâmica social própria. Assim, essa dinâmica é entendida sob diversas abordagens, segundo o sociólogo Olivier Borraz (2014). Para os propósitos desse trabalho, tomo a noção de Ulrich Beck (também compartilhada por Anthony Giddens) sobre incerteza, que consideram risco e incerteza como termos indistintos.

Dentro da administração da relevância da pesquisa científica, a categoria incerteza⁵⁰ é tratada de diversas formas; ora para expor, com cautela, os limites dos seus resultados encontrados (por exemplo, artigo 13) e de outros trabalhos (por exemplo: artigos 3 e 13 – que expõem limitações/imprecisões de outros modelos), ora no sentido de minimizar os *erros* associados aos modelos de previsão climática (por exemplo: artigos 9,

⁴⁸ Sobre o *Emissor*: Bardin (1979) destaca a importância da função expressiva ou representativa da comunicação, ou seja, que a mensagem exprime ou representa o emissor. No que se refere aos *receptores*, a mensagem tem por finalidade agir sobre os indivíduos (função instrumental da mensagem) ou adaptar-se a eles (BARDIN, 1979). Essa consideração permite o estudo da mensagem como fonte de informação sobre os receptores também. No entanto, isso não está no escopo dessa pesquisa.

⁴⁹ Existem, na concepção de Bardin (1979), dois níveis possíveis de análise da mensagem: o continente e o conteúdo (ou, ainda, o significante e o significado; o código e a significação).

⁵⁰ Que se expressa através do conceito de risco e de termos como 'erro' (sistemático ou aleatório), '(im)precisão' das medidas e das estimativas dos modelos, dentre outros.

12, 14). Por vezes, os artigos simplesmente sugerem que outros trabalhos não abordam as incertezas de maneira satisfatória, se propondo, então, a completar lacunas científicas (por exemplo: artigos 9, 12). Por fim, mas não menos importante, os artigos também operam com o tema da *incerteza* enquanto ameaça ou risco (ambiental e climático) potencial, dentro de um cenário futuro.

O artigo '*Vegetation patterns in South America associated with rising CO₂: uncertainties related to sea surface temperatures.*', por exemplo, ilustra bem o fato do tema da incerteza estar presente no cotidiano da sociedade moderna e, conseqüentemente, reproduzir-se na administração da relevância da pesquisa científica; nota-se que já no seu título traz o termo 'incerteza'.

Existem trabalhos que mesclam o uso de escala regional nas estimativas (um fator local) com a redução das incertezas (dos erros nas medidas) na exposição da relevância da pesquisa, como pode ser demonstrado, por exemplo, no trecho abaixo do artigo 5:

Os resultados mostraram que a rede de 80 km do *modelo regional* tinha melhores campos de precipitação do que o *modelo global*, com a redução da tendência sazonal e do erro no valor quadrático médio (RMSE). O modelo de 20 km exibiu *erros maiores*, com padrões de precipitação espaciais seguindo a topografia *local*. O *modelo regional* de 80 km mostrou melhor representação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o Atlântico do que a grade de 20 km RSM e ECHAM3. Ambos os *modelos* climáticos *regionais* mostraram melhor distribuição espacial e temporal da chuva e apresentaram menor expansão do que os outros modelos estudados. *Estes erros* podem ser associados com o processo de aninhamento, onde o modelo de 20 km foi dirigido por valores de contorno com *erros transmitidos* a partir de dois modelos.

Após revelar a imprecisão e propagação dos erros dos modelos globais, a melhora nos resultados das estimativas, com uso de escalas regionais, é destacada no artigo.

E essa fusão de categorias (fator local e incerteza) aparece também no artigo 9:

[...] uma melhor compreensão de como os *ecossistemas amazônicos* lidam com extremos ambientais é crucial [...] para melhorar a capacidade de modelar tais extremos e [...] reduzir as *incertezas de cenários climáticos futuros* aplicadas a escala em nível regional.

Encontramos, aqui, uma articulação entre o fator local (conhecimento sobre a bacia amazônica) e a incerteza (que se pretende reduzir) associada ao objeto de pesquisa, que aponta para a minimização das incertezas através do uso de escalas (espaciais) regionais nos modelos.



O quadro a seguir, nos traz as formas como a *incerteza* é apresentada nos artigos sobre mudanças climáticas:

Quadro 1: a incerteza na administração da relevância da pesquisa

Categoria	Artigo analisado
Incerteza enquanto risco/ameaça	Artigo 2:
	[...] estudos mostram que condições climáticas mais secas e quentes poderiam perturbar o sistema vegetação-clima e levar a uma potencial 'savanização' de áreas orientais e até mesmo centrais da bacia amazônica (eg Salazar et al., 2007; Lapola et al, 2009.; entre outras).
	[...] a savanização da Amazônia continua a ser uma <i>questão científica aberta</i> ⁵¹ (Nobre & Borma, 2009), particularmente em relação à busca de limiares específico ('pontos críticos') relacionados a uma <i>quebra do equilíbrio do clima-vegetação</i> e uma abrupta mudança no ecossistema (Scheffer & Carpenter, 2003).
	Artigo 12:
	Esse acompanhamento intensivo é necessário para fornecer dados básicos importantes contra os quais as <i>mudanças futuras</i> podem ser avaliadas e de agir como um "sistema de alerta precoce", que irá <i>alertar</i> os cientistas e gestores de recursos para os <i>primeiros sinais de perturbação do ecossistema</i> .

⁵¹ Itálico meu.

Quadro 1: a incerteza na administração da relevância da pesquisa (continuação)

Categoria	Artigo analisado
Incerteza enquanto risco/ameaça	Artigo 13: Além de aumento das temperaturas, o CO ₂ <i>pode ter</i> adicional <i>efeitos sobre a vegetação</i> .
	Artigo 2: [...] destacando o insuficiente entendimento quantitativo sobre o papel de incêndios naturais na determinação da localização e extensão dos limites tropicais da floresta-cerrado.
Incerteza enquanto 'erro'/imprecisão	Artigo 3: A versão mais recente GWEM (1,4), que inclui uma correção para a América do Sul com base no método aqui apresentado, produz estimativas de emissões de CO aumentada em 30% e uma melhoria da sazonalidade.
	Artigo 4: Embora <i>não encontrarem</i> [os modelos ecofisiológicos] <i>fronteiras nítidas</i> em regime espacial de chuvas - nada surpreendente, dado que as características do bioma são também influenciadas por propriedades do solo e hidrologia - eles eram ainda capazes de identificar amplos limites climáticos com base nas medições de precipitação anual[...]
	Artigo 5: Modelos de circulação geral da atmosfera [...] não são capazes de lidar com o grande número de processos de <i>feedback</i> que ocorre em sub-grade de escalas controladas por

características locais, como topografia, linhas costeiras, vegetação e lagos[...].

[...] Estes processos de escala, bem como sub-grade de calor turbulento e fluxo de momento, não pode ser descrita em detalhe por MCGA. O uso de modelos climáticos regionais torna possível lidar com essas escalas.

Artigo 13:

Esta ligação entre TSM (temperatura da superfície do mar) e clima da região, portanto, tem o *potencial* para aumentar dramaticamente a incerteza de previsões de cobertura vegetal.

O objetivo deste estudo é quantificar a incerteza nas previsões de vegetação para a América do Sul [...].

Mesmo que este projeto não capte as completas interações oceano-atmosfera-biosfera, ele captura as interações bidirecionais entre a atmosfera e biosfera, e o sentido único da interação entre a atmosfera e o oceano, expressa por vários Cenários de Temperatura da Superfície do Mar.

Incerteza enquanto
'erro'/imprecisão

Artigo 14:

“[...] estes modelos [modelos globais] tendem a exibir alguns erros sistemáticos persistentes...”

“De modo a validar os estudos de modelação e *identificar erros sistemáticos no modelo*, um conjunto de dados observacionais é necessário; no entanto, a disponibilidade destas observações na América do Sul e sobre o

oceano é uma restrição ao trabalho de validação. Reanálise de dados é utilizada como uma alternativa às observações [...]"

"Comparação com os dados das bóias do PIRATA mostram que Eta + C resulta em menores erros na previsão de precipitação e de radiação de ondas curtas. comparativamente melhores resultados do Eta + C são consequência de ambos: a resolução física do modelo regional e menores erros das condições de contorno laterais fornecidos pelo CGCM."

Há também um silêncio⁵², em alguns artigos, sobre as incertezas que cercam a produção de conhecimento sobre as mudanças no clima (por exemplo: artigo 7).

O sociólogo Ulrich Beck (2011) trata, em sua obra *Sociedade de Risco*, da *estimabilidade* dos "efeitos colaterais", assim como da (in)calculabilidade dos efeitos reais, dentro das pesquisas científicas na sociedade moderna. Entretanto, se percebe que é justamente a (potencial) minimização das incertezas (portanto, dos riscos associados aos processos ambientais e climáticos, que se pretende estimar) que serve de elemento relevante das pesquisas científicas sobre mudanças climáticas, ou seja, é a possibilidade de elucidação e/ou redução⁵³ das incertezas, nos modelos climáticos, que desponta nos artigos como aspecto primaz da pesquisa.

Tratar dos erros e incertezas, por parte da ciência, não constitui um desabono ou uma ameaça à racionalidade científica, até mesmo por que, como aponta Beck:

[...] as ciências conseguem, em grande medida, desmontar dentro do âmbito científico os efeitos práticos de falhas, equívocos e críticas e portanto, por um lado, sustentar face aos espaços públicos não especializados a pretensão de monopólio da racionalidade, e, por outro lado, oferecer aos especialistas um fórum para discussões críticas (BECK, 2011, p.240).

⁵² Nesse sentido, dentro de uma sociedade que produz riscos (evidenciado pelo *fator antrópico* nas mudanças climáticas), ao passo que produz riquezas, a existência de artigos (pesquisas, portanto) que apresentam uma "cegueira econômica" em relação aos riscos dos resultados tecno-científicos, como pontua Beck (2011), pode ser bastante nociva socialmente, restringindo o papel das ciências ao de "madrinha legitimatória" dos riscos civilizacionais (poluição, contaminação, aquecimento global).

⁵³ Por meio de técnicas e procedimentos numéricos/computacionais novos.

Mas sim, essa abordagem pode ser entendida como um sinal das transformações que tanto a sociedade quanto a própria ciência atravessam. Nesse processo, uma característica importante da produção de conhecimento é que erros são, na fase reflexiva da cientificização, transformados em oportunidades de desenvolvimento científico, justamente por meio dos riscos da modernização. Nas palavras de Ulrich Beck:

[...] essa *metamorfose dos erros e riscos em oportunidades de expansão e perspectivas de desenvolvimento da ciência e da técnica* imunizou consideravelmente o desenvolvimento científico contra a crítica da modernização e da cultura e tornou-o, por assim dizer, ‘*ultraestável*’ (BECK, 2011, p.241).

Ou seja, a ciência possui suficientes mecanismos metodológicos para processar e converter fontes de erros em temas para novas pesquisas e, assim, fazer avançar o conhecimento, mantendo sua autoridade social nesse quesito.

Entretanto, como salienta o próprio Ulrich Beck (2011), é precisamente a estratégia de “projeção” de fontes equivocadas e de problemas que fará com que a ciência e a tecnologia passem a ser vistas como causas de possíveis problemas e erros. Além disso, os consumidores de serviços e conhecimento científicos pagam e exigem, não por equívocos (admitidos ou encobertos), nem por hipóteses falsificadas ou incertezas conduzidas com acuidade, mas por “conhecimentos”. Assim, na luta científica pelo monopólio da racionalidade e validade de seus conhecimentos, os resultados que não podem ser mais que “equívocos por encomenda”, segundo Beck, devem ser estilizados como conhecimentos de validade eterna. Ademais, na *cientificização reflexiva*⁵⁴, o que vemos é que as interpretações científicas que afastam os riscos passam a ser decisivas. Isso faz com que a *sociedade de risco* encontre-se funcionalmente orientada por resultados científicos que menosprezem ou neguem os riscos.

No entanto, nos artigos analisados da Rede CLIMA, que tratam das incertezas e erros dos modelos climáticos, essa preocupação em estilizar o conhecimento (depurando as incertezas sobre o objeto de pesquisa) não se evidencia, uma vez que as incertezas são clara e objetivamente apresentadas em muitas pesquisas, como objeto de investigação científica.

⁵⁴ Diferente da fase de *cientificização simples*, onde a busca por explicações é acompanhada pelo interesse em controlar a natureza. Assim, as relações estabelecidas são pensadas como algo passível de uso tecnológico (BECK, 2011); essa caracterização da ciência e da modernidade coaduna com a perspectiva de Jürgen Habermas (1968), para o qual o interesse na ciência está centrado no seu papel de estimulador do crescimento econômico capitalista, através da institucionalização da inovação tecnológica.

Portanto, considerando a incerteza como elemento que compõe a produção de conhecimento e a forma como ela é processada cientificamente - e que os artigos permitem analisar -, administrar a relevância das incertezas representa possivelmente uma tendência entre os artigos científicos que abordam alterações climáticas, particularmente em uma sociedade atenta aos perigos (e também oportunidades) das mudanças no clima.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos sociais da ciência e tecnologia, ou sociologia do conhecimento científico, têm se dedicado a análise das práticas científicas, assim como, aos contextos e objetos que permitem a produção de conhecimento e reprodução dessas práticas, sob diversas abordagens⁵⁵. Dentro dos temas tratados pelos cientistas, a pesquisa sobre as mudanças climáticas (por mais controversa que seja), nos últimos anos, tem conformado as agendas de pesquisa com especial destaque.

Esse trabalho se debruçou sobre materiais (artigos científicos) que expressam os conteúdos cognitivos oriundos de um contexto prático de pesquisa (laboratórios e estações de campo). Mais especificamente, o interesse estava na forma como se constitui um discurso sobre a prática científica, como salienta Karin Knorr-Cetina (2005).

Assim, através do estudo da administração da relevância da pesquisa científica, foi possível perceber a emergência de uma série de temas e conceitos, que são utilizados pelos cientistas, no intuito de representar o processo de investigação científica. Assim como, por meio da análise de conteúdo dos artigos científicos, puderam ser explicitados aspectos do fazer científico que constituem a forma como a ciência se apresenta, ao apresentar seus objetos de estudo.

O tema da incerteza (dentre outros, como o fator local da produção do conhecimento e o apelo tecnológico) opera como elemento de projeção dos objetos de pesquisa em mudanças climáticas. Enquanto elemento presente nos artigos, esse tema mereceu uma especial categorização durante essa investigação. Esse tema aponta, nesse sentido, para o modo como a relevância dos resultados é conduzida pelos pesquisadores da Rede CLIMA. Talvez em outros artigos, de outros ramos da ciência e

⁵⁵ Que vão desde o Programa Forte da Sociologia de David Bloor e Barry Barnes, passando pela Teoria do Ator-Rede de Bruno Latour e Michel Callon, até abordagens como a do Programa Empírico do Relativismo (PER, de H. Collins e T. Pinch e seu relativismo metodológico) e o construtivismo de Karin Knorr-Cetina (2005).

que abordam outros objetos de pesquisa, os temas relevantes e que servem de projeção dos trabalhos científicos sejam outros. No entanto, a emergência desse tema, em certa medida, corresponde aos interesses de uma sociedade atenta às incertezas, sobre as mudanças ambientais e climáticas, e aos usos de tecnologias de prevenção, adaptação e mitigação dos efeitos, sociais e econômicos dessas mudanças.

Embora as instituições científicas brasileiras estejam integradas em projetos de pesquisa que abordam objetos que pertencem à fronteira do conhecimento científico, essas instituições realizam trabalhos 'secundários' (como o aferimento de equipamentos (sensores), ajustes e validação de modelos computacionais, desenvolvimento de modelos regionais, quantificação dos erros nos algoritmos disponíveis). Isso pode ser o resultado de uma ciência que trata de temáticas cada vez mais complexas, e que exigem recursos e apoio de redes cada vez maiores. Esse quadro, destarte, não é diferente para a pesquisa sobre mudança climática e é nesse contexto que os cientistas produzem seus conhecimentos, os apresentam como sendo importantes cientificamente, e projetando-os através da incerteza que lhes é imanente.

É, portanto, através da fabricação de objetos (epistêmicos), de sua capacidade de converter-se em outros recursos e, assim, de sua circulação pela rede sociotécnica, que a atividade científica torna-se possível⁵⁶. E para que esse movimento ocorra é fundamental a administração da relevância desses objetos da pesquisa científica, dentro do processo de produção do conhecimento, com sua contextualização e recontextualização candentes.

Nesse sentido, assim como Bruno Latour (2008), creio que é através dos arranjos institucionais (tanto da ciência, bem como de outros sistemas), e dos modos pelos quais as interações se tornam possíveis - dentro de contextos práticos que vinculam atores, objetos e objetivos - que poderemos explicar como a sociedade mantém-se ligada; e não o 'social' que explica a ciência e suas práticas. E essa possibilidade de interação/integração passa pela forma como a ciência apresenta seus resultados, enquanto algo relevante em outros contextos, para além dos muros institucionais.

REFERÊNCIAS

⁵⁶ Assim como, é o que promove a integração das atividades sociais dentro da rede sociotécnica. Para Karin Knorr-Cetina (2005), a ação social está interconectada, justamente, pelo que é transmitido, modificado e reincorporado de um *locus* de ação para outro ou, em outras palavras, por um contínuo processo de conversão (circulação e transformação) de objetos sociais. Nesse sentido, Bruno Latour (2000) diz que a história da tecnociência é, em grande parte, a história dos recursos (instrumentos e invenções) espalhados ao longo das redes para acelerar a mobilidade, a fidedignidade, a combinação e a coesão dos traçados que possibilitam a ação.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1979. 229 p.

BAUER, Martin W., GASKELL, George (orgs). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. Tradução de Pedrinho A. Guareschi. 10ª ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2012.

BECK, Ulrich. **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade**. 2ª ed. Tradução: Sebastião Nascimento. São Paulo: Editora 34, 2011.

BORRAZ, Olivier. **O surgimento das questões de risco**. Sociologias, Porto Alegre, ano 16, nº.35, jan/abr 2014, p. 106-137.

BOURDIEU, Pierre. **El oficio de científico: Ciencia de la ciencia y reflexividad**. Traducción de Joaquín Jordé. BARCELONA: EDITORIAL ANAGRAMA, 2003.

BRASIL. LEI nº 12.187, de 29 de DEZEMBRO de 2009 (Lei Ordinária). Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 29 dez. 2009. Seção Extra, p. 109, Coluna 2. 2009d.

BRASIL. Portaria MCT nº 728, de 20 de NOVEMBRO de 2007.

BRASIL. **Protocolo de Kyoto**. Editado e traduzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia com o apoio do Ministério das Relações Exteriores da República Federativa do Brasil.

Disponível em: http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/Protocolo_Quito.pdf
Acesso em: 07 set. 2013.

CAPPELLE, M. C. A.; MELO, M. C. O. L.; GONÇALVES, C. A. **Análise de conteúdo e análise de discurso nas ciências sociais**. Organizações Rurais & Agroindustriais, v. 5, n. 1, art. 6, p. 0-0, 2003.

DESSAI, S.; van der SLUIJS, J. P. **Uncertainty and climate change adaptation: a scoping study**. Report NWS-E-2007-198; Department of Science Technology and Society, Copernicus Institute, Utrecht University, 2007.

FBMC. **Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas**. Revista FBMC. 2008. Disponível em: <http://www.forumclima.org.br/index.php/biblioteca/revista-fbmc>. Acesso em: 25 ago. 2013

HABERMAS, Jürgen. **Técnica e Ciência como “Ideologia”**. Lisboa: Edições 70, 1968.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Disponível em: http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml#.Uh6w6z-b-F4. Acesso em: 28 ago. 2013.

KNORR CETINA, Karin. **La Fabricación del Conocimiento: Un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia**. 1ª ed. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes, 2005.



- KUHN, Thomas. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Editora Perspectiva, 2009.
- KUHN, Thomas. **La tensión esencial**. México: Fondo de Cultura Económica, 1983.
- LATOUR, Bruno. **Ciência em Ação: Como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo, UNESP, 2000.
- LATOUR, Bruno. **Políticas da Natureza: Como fazer ciência na democracia**. EDUSC. Bauru, 2004.
- LATOUR, Bruno. **Reensamblar lo social: una introducción a la teoría del actor-red**. 1ª ed. Buenos Aires: Manantial, 2008. 392p.
- NEVES, F. M. **Análise da Política Brasileira relacionada à Mudança do Clima sob a Perspectiva da Sustentabilidade: Consistências e Contradições**. Tese de doutoramento. Universidade Federal do Paraná, UFPR, Brasil. 2012.
- PETERSON, Garry. et al. **Uncertainty, Climate Change, and Adaptive Management**. Ecology & Society, vol. 1. nº 2. 1997.
- REDECLIMA. Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais. **Relatório de Atividades 2011-2012**. Disponível em: http://redeclima.ccst.inpe.br/wp-content/uploads/2013/04/RedeClima-2011-2012_mais-baixa.pdf Acessado em: 28 ago. 2013.
- REDECLIMA. Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais. **Relatório de Atividades 2010-2011**. Disponível em: http://www.ccst.inpe.br/wp-content/themes/ccst-2.0/pdf/Relatorio_RC_Nov_2011.pdf. Acessado em: 12 ago. 2013.
- REDECLIMA. Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais. **Relatório de Atividades 2010**. Disponível em: <https://docs.google.com/a/pontodoctextos.com.br/file/d/0B-idggjMSGs3cjNpWndCSWRrVmM/edit?pli=1>. Acessado em: 03 ago. 2013.
- REDECLIMA. Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais. **Relatório de Atividades 2009**. Disponível em <http://redeclima.ccst.inpe.br/wp-content/uploads/2013/02/Relat%C3%B3rio-de-Atividades-Rede-Clima-2009.pdf> Acessado em: 02 ago. 2013.
- SHINN, Terry. **Regimes de produção e difusão de ciência: rumo a uma organização transversal do conhecimento**. In: Scientiae Zudia, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 11-42, 2008.
- STERN, N. **The economics of climate change**. Cambridge, Cambridge University Press, 2007.
- VENTURA, Andréa Cardoso et al. **Tecnologias sociais: as organizações não governamentais no enfrentamento das mudanças climáticas e na promoção de desenvolvimento humano**. Cad. EBAPE.BR: Rio de Janeiro. vol.10, nº.3. Sept. 2012.



NOTAS

TÍTULO DA OBRA

A administração da relevância das pesquisas sobre mudança climática: o papel das incertezas.
The administration of the relevance of research on climate change: the role of uncertainties

Antero Silveira de Oliveira Filho

Mestre em Ciências Sociais
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Brasil
tioantero@yahoo.com.br
<https://orcid.org/0000-0002-5835-0471>

Endereço de correspondência do principal autor

Não se aplica.

Endereço profissional

Colégio Estadual Manoel Ribas. Rua José do Patrocínio, 85, Centro, CEP: 97010260, Santa Maria, RS, Brasil. Telefone: 55) 3222-0433.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Os autores cedem à **Em Tese** os direitos exclusivos de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a [Licença Creative Commons Attribution 4.0 Internacional \(CC BY\)](#). Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Sociologia Política. Publicado no [Portal de Periódicos UFSC](#). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

HISTÓRICO

Recebido em: 23 de julho de 2016
Aprovado em: 14 de fevereiro de 2019

