

MUDANÇAS CLIMÁTICAS, TECNOCIÊNCIA E GEOPOLÍTICA

Um modelo do sistema terrestre brasileiro e a soberania na produção de futuros climáticos.

Jean Carlos Hochsprung Miguel¹
Marko Monteiro²

Resumo: A infraestrutura do conhecimento em clima no Brasil vem sendo transformada nas últimas décadas. Nesse processo, a produção de modelos computacionais para simular o clima global é defendida publicamente por pesquisadores e formuladores de políticas como um dos principais subsídios científicos para orientar a adaptação às mudanças climáticas no Brasil. Esse trabalho explora as implicações entre ciência e política presentes nesse processo. Sugere-se que a modelagem climática é uma prática de conexão global de caráter geopolítico. Como estudo de caso discute-se o projeto de desenvolvimento do Modelo Brasileiro do Sistema Terrestre (BESM).

Palavras-chave: Mudanças Climáticas; Antropologia da Ciência e da Tecnologia; Ciência e Adaptação.

Introdução

Esse trabalho é parte de uma pesquisa de doutoramento em Política Científica e Tecnológica que investiga a relação entre ciência e política das mudanças climáticas no Brasil³. Mais especificamente, trata-se de um estudo sobre as iniciativas do governo brasileiro de incentivar a utilização e desenvolvimento de modelos computacionais para simular os impactos das mudanças do clima no país. Essas medidas são justificadas em documentos oficiais como sendo estratégicas para “elaborar projetos de adaptação que possibilitem uma alocação mais racional de recursos públicos” (PNMC – Plano Nacional sobre Mudanças do Clima, 2007, p.87). Observada essa iniciativa, o objetivo da pesquisa de doutorado é investigar como o processo de desenvolvimento nacional da modelagem climática se conecta com práticas políticas e compreender o que resulta dessas conexões no modo de governar as mudanças climáticas. Como parte dessa pesquisa, o presente trabalho é um estudo sobre o desenvolvimento do Modelo Brasileiro do Sistema Terrestre (BESM), projeto científico que representa a maior iniciativa no desenvolvimento nacional desse tipo de tecnociência.

Sabe-se que as mudanças climáticas globais se tornaram um tópico de grande

1 Sociólogo, Doutorando em Política Científica e Tecnológica. UNICAMP.

2 Antropólogo, professor titular do Departamento de Política Científica e Tecnológica da UNICAMP.

3 Tese em andamento: “Mudanças Climáticas e Tecnopolíticas: Uma etnografia das conexões, fricções e práticas políticas com modelos climáticos no Brasil”. Programa de pós-graduação em Política Científica e Tecnológica, Instituto de Geociências, UNICAMP.

visibilidade pública nas últimas décadas e têm ocupado um espaço considerável nas agendas ambientais, políticas e sociais em todo o mundo (GUPTA, 2010; BRECHIN e BANDHARI, 2011). Nesse contexto, as ciências climáticas adquiriram enorme crescimento e articulação no entendimento sobre o clima e suas mudanças. A maior expressão desse crescimento e articulação foi a formação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) em 1988. Os sucessivos relatórios produzidos por esse painel têm reafirmado o aumento da temperatura global devido às emissões antropogênicas de carbono e alertado para os riscos produzidos por esse aumento.

No entanto, o caráter “universalizador” da ciência climática que é transmitido nesses relatórios pode mascarar as complexas relações entre ciência e política climática que ocorrem nos países que participam da produção dessa ciência climática global. Do ponto de vista sociológico, considera-se demasiado simplista supor que o tipo de articulação entre ciência e política obtido em instituições internacionais como o IPCC reflete o modo como diferentes países produzem conhecimentos tecnocientíficos para definir e responder às mudanças climáticas (MILLER e EDWARDS, 2001; JASANOFF e MARTELLO, 2004). Nessa perspectiva é importante compreender como diferentes sociedades e nacionalidades podem produzir, legitimar e utilizar certos tipos de conhecimento voltados à política climática.

No caso brasileiro, interessa-me entender como e por que a modelagem climática ocupa um lugar central na agenda de redes nacionais de pesquisa e em planos governamentais sobre mudanças climáticas, sendo entendida como uma tecnociência capaz de “racionalizar” os planos governamentais de adaptação a essas mudanças (PNMC, 2007). Essa importância dada pelo governo a essa tecnociência pode ser reconhecida no incentivo ao projeto de construção de um Modelo Brasileiro do Sistema Terrestre (BESM sigla em inglês). Este é um tipo de modelo computacional desenvolvido somente por um seleto grupo de países que participam das avaliações do IPCC e serve para realizar simulações de futuros climáticos globais. Percebida a excepcionalidade dessa tecnociência, como o seu desenvolvimento se tornou possível no Brasil e qual a importância de possuir um modelo como esse nas avaliações do IPCC? Como a prática da modelagem climática adquiriu tamanha importância e legitimidade política no país?

Para lançar luz a essas questões considero importante dirigir o foco da análise para as conexões possíveis que a modelagem climática pode estabelecer com outras práticas científicas, mas também com uma variedade de práticas políticas. Entretanto,

isso não significa que tais conexões entre ciência e política existem *a priori* pois a sua existência dependem “daquilo que os atores fizeram ou deixaram de fazer para estabelecê-las” (LATOURE, 2001:104). Nesse sentido, através da etnografia procuro traçar essas conexões quando elas existirem. Metodologicamente isso requer acompanhar as práticas com modelos climáticos dentro e fora dos centros climatológicos para que se possa acessar múltiplos fluxos de práticas e diferentes pontos de vista nas situações que os modelos climáticos são acionados. Portanto, a etnografia aqui apresentada é um estudo “multissituado” das conexões que são estabelecidas com esses modelos (MARCUS, 1995, ver unidade 2).

Ao acompanhar as práticas com modelos climáticos e traçar essas conexões procuro descrever significados sociais, imaginários e proposições políticas construídas com esses modelos. Essa iniciativa está baseada na ideia de que as pessoas constroem significados que são inscritos em suas relações com outros seres e objetos, os quais creio poder captar através da sensibilidade do método etnográfico (STAR, 1999). Penso que esses significados não se referem somente a maneiras particulares de ver o mundo, mas compõem poderosas formas de construí-lo politicamente (MOL, 1999, JASANOFF, 2004, LATOUR, 2004).

Essa perspectiva analítica dialoga com várias contribuições do campo interdisciplinar dos Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia (ESCT). Alguns desses estudos sugerem modos de compreender a relação entre contexto social e produção do conhecimento científico que podem caracterizar a ciência como uma organização institucional dotada de valores e práticas específicas (MERTON, 1973; KUHN, 1962). Outras contribuições procuram demonstrar que as práticas científicas são uma atividade social que em sua realização é perpassada por diversos fatores de ordem política, econômica e cultural (BLOOR, 1977; BARNES, 1977). A partir disso, buscou-se integrar variáveis e elementos relacionados à produção do conhecimento científico geralmente pensados de forma separada, tais como o social, o econômico, o tecnológico e o simbólico sugerindo uma relação de “coprodução” dessas dimensões (JASANOFF, 2004). Tais relações ao serem compreendidas como sendo “sociotécnicas” e “tecnopolíticas”, podem ser descritas como composições heterogêneas de uma série de outros atores envolvidos na produção dos artefatos científicos como, por exemplo, profissionais da área de engenharia, especialistas em softwares, funcionários das agências de fomento, formuladores de políticas, mas também, sistemas de informação e comunicação, complexos computacionais, equipamentos de monitoramento; ou seja, a

heterogeneidade dessas relações se refere a complexas associações de “humanos e não-humanos”. (CALLON, 1986; LAW, 1986; LATOUR, 1998). De um modo geral, os ESCT propõem pensar a tecnociência a partir de um olhar dirigido a multiplicidade de atores, perspectivas, dificuldades e possibilidades que estão em jogo durante a construção desse tipo de conhecimento.

A partir desse olhar voltado a multiplicidade, proponho pensar a modelagem climática como uma “prática de conexão global” das mudanças climáticas, isto é, um modo de “engajamento prático” de certas declarações universais a respeito do clima (TSING, 2006). Autores como Paul Edwards (2006; 2010) e Clark Miller (2004) em seus estudos históricos sobre as infraestruturas climatológicas que incluem instituições internacionais como o IPCC indicam que a modelagem climática é uma prática de produção daquilo que entendemos como clima global que resulta em um modo de coproduzir a ordem política global das mudanças climáticas. Edwards (2006) sugere que isso se refere a um processo de “globalismo infraestrutural”, um estágio da modernidade no qual as práticas, instituições e modos de governança são possíveis em escala global através da ampliação e interconexão de infraestruturas para a produção do conhecimento científico. Nesse processo, os modelos climáticos e suas simulações de futuros aquecidos do clima global produzem conhecimentos os quais servem para que declarações universais sobre as mudanças climáticas possam ser feitas através de órgãos como o IPCC.

No entanto, a construção do “globalismo infraestrutural” das mudanças climáticas advêm de práticas com modelos localizadas em centros climatológicos nacionais. Nesse processo é importante observar como esses diferentes centros contribuem para a composição do conhecimento internacional da modelagem climática. Assim, ao propor seguir as práticas com modelos no Brasil procuro dar atenção as possíveis “fricções” presentes nos esforços de manter as conexões globais das mudanças climáticas através de órgãos como o IPCC. Ou seja, nesse estudo considero importante o fato da prática da modelagem climática ser realizada no Brasil; e assim levo em conta os anseios dos grupos políticos e científicos envolvidos e a maneira como eles se posicionam e se relacionam no processo de “globalismo infraestrutural” das mudanças climáticas.

Com relação as questões políticas relacionadas as mudanças ambientais globais, estudos sobre o papel do Brasil nas negociações internacionais têm destacado que a partir dos anos 1990, com a realização da Conferência da ONU sobre meio ambiente

(Rio92), a posição diplomática do país mudou em relação a discussão internacional sobre problemas ambientais. Argumenta-se que o Brasil saiu de uma posição de resistência ao regime internacional das mudanças ambientais, defendida na Conferência da ONU em Estocolmo no ano de 1972, para uma posição mais aberta e interessada no desenvolvimento das ciências ambientais, principalmente, no bioma amazônico (VIOLA, 2002, 2013). Para a antropóloga Myanna Lahsen (2002), a transformação em direção à participação nesse regime ambiental internacional foi em função de um “otimismo crescente” no Brasil (e em outros países do Sul) ao perceberem que a atenção internacional às questões ambientais não pretendia se sobrepor aos seus objetivos de desenvolvimento. Ao contrário, poderiam servir para interesses nacionais assegurando financiamentos, suporte e acesso à tecnologia para uma estratégia de desenvolvimento mais sustentável. Assim, “os novos interesses ambientais poderiam ser acoplados a uma agenda econômica pré-existente” (LAHSEN, 2002:04).

A pesquisa de Lahsen (2002), cujo trabalho de campo ocorreu no final dos anos 1990, sinalizou para a crescente importância dada aos modelos climáticos e conhecimentos correlatos para as lideranças brasileiras envolvidas com a negociação climática internacional naquela época. A antropóloga destacou que essas lideranças percebiam que a dependência de projeções climáticas de grupos de modelagem estrangeiros significava que a divisão geopolítica entre nações ricas e pobres persistia no regime ambiental internacional. Ou seja, indica-se uma percepção de que a “ciência climática e a geopolítica convergem normativamente” nos assuntos ambientais globais tratados pelo governo brasileiro (Idem, 2002:04).

Isso posto, esse trabalho busca lançar luz a essas interações entre ciência e política climática na atualidade. Como objeto de estudo analisa-se o projeto do Modelo Brasileiro do Sistema Terrestre (BESM). As questões que pretendo iluminar através da etnografia são: Como o desenvolvimento nacional desse tipo de modelo estabelece (ou não) relações com práticas políticas? O que essas relações produzem enquanto modo de governar as mudanças climáticas no Brasil? Para responder essas questões considero importante mapear os atores envolvidos na produção desse modelo e identificar quais proposições políticas e “imaginários sociotécnicos” coproduzem práticas científicas e políticas nesse processo (JASANOFF, 2004; JASANOFF; KIM e SPERLING, 2007).

Para tanto, o texto está organizado em 3 unidades e considerações finais. A primeira unidade discute como a etnografia pode ser aplicada para estudar processos, fluxos e práticas científicas e políticas que compõem conexões globais como as das

mudanças climáticas. A segunda unidade trata da construção do imaginário sociotécnico do BESM e discute seus significados políticos. A terceira unidade expõe-se as conexões do BESM com as agendas de diferentes atores governamentais e sugere-se que tais processos são de caráter “geo-político-científico” pois reúnem práticas políticas e científicas em busca da conquista de novos espaços internacionais. Nas considerações finais sugere-se que tais conexões e processos têm como resultado uma condição avessa ao discurso “globalizante” da governança transnacional das mudanças climáticas pois implicam em um maior empoderamento do Estado Nacional na administração dos assuntos climáticos.

1 Etnografia e a composição de um campo de fluxos globais.

Para realizar uma etnografia da ciência e da tecnologia é necessário compreender as novas formas pelas quais as tecnologias e conhecimentos participam da construção da sociedade. Para tanto, é preciso notar que os artefatos e saberes produzidos em laboratório transitam em rotas complexas que interagem com instituições científicas, governos, mídias e organizações sociais as mais diversificadas (MONTEIRO, 2012). Esse esforço envolve dois problemas metodológicos que têm sido bastante discutidos nas últimas décadas por antropólogos. Um deles refere-se a maneira como a etnografia pode alçar escalas que se situam além das práticas locais (MARCUS, 1995, GUPTA e FERGUSON, 1997, TSING, 2005). O outro é como esse método pode realizar estudos “*upstream*” (estudos “para cima”) na escala hierárquica das sociedades complexas (NADER, 1972, GUSTERSON, 1997). Sem ter a pretensão de adentrar profundamente nas implicações desses problemas para a Antropologia contemporânea, gostaria de tratá-los com vistas nos objetivos e questões que surgiram durante a minha pesquisa.

Para isso, será conveniente reformular esses problemas nas seguintes questões: tratando-se de uma etnografia da prática da modelagem climática, como a etnografia pode abordar fenômenos de alcance global como as mudanças climáticas e suas infraestruturas de conhecimento, dado que seu método e o tipo de conhecimento construído a partir dele foram originalmente estruturados com base no estudo de escala local de pequenas comunidades face a face? Como ter acesso aos cientistas, formuladores de política e agentes dos altos escalões do governo federal envolvidos com a ciência e a política climática a fim de acompanhá-los em suas práticas?

Considero que essas duas dificuldades requerem rever a própria noção de campo que, segundo alguns autores, na contemporaneidade “já não é mais o que costumava ser”

(FAUBION e MARCUS, 2009). Ou seja, o campo na atualidade pode não se referir mais a um espaço bem delimitado no qual o antropólogo pode se engajar em uma observação participante que lhe proporcione uma “descrição densa” de uma determinada cultura, mas ele poderá se deparar com situações móveis que requerem o deslocamento para outros “sítios” (MARCUS, 1998). Esses “sítios”, nas sociedades que fazem uso de meios digitais, podem não ser lugares no espaço “real” das ações, mas podem se referir a interações em espaços “virtuais” na internet e até mesmo podem ser inscrições como relatórios, sumários executivos, notas taquigráficas etc; que representam registros de interações que já ocorreram entre determinados atores (BEAULIEU, 2004, HINE, 2007). O que se revela nesses casos multissituados é que não é possível definir o que é o campo *a priori*, mas de acordo com os rastros dos atores que são seguidos durante a pesquisa, o campo surge como um produto do trabalho etnográfico (BEAULIEU, 2010).

Nessa perspectiva de composição do campo no trabalho etnográfico considero importante o modo como os próprios atores no campo produzem conhecimento através do acionamento de escalas e contextos, em articulação com operações do mesmo tipo realizadas pelo etnógrafo durante o processo de escrita etnográfica (CESARINO, 2014). Essa proposta de caráter simétrico e reflexivo com relação aos atores investigados reconhece que o etnógrafo e seus informantes formam redes de relações e sugere a explicação dos “efeitos dessa situacionalidade no próprio relato etnográfico” (Idem, 2014:20). Em outras palavras, a questão de como as diferentes escalas de ação podem ser produzidas e alçadas é algo que os próprios atores demonstram ao etnógrafo em seus discursos e práticas nas mais variadas situações. Portanto, não será preciso escolher escalas de análise, mas acompanhar como as práticas (incluindo a etnográfica) vão compondo essas escalas no decorrer do trabalho de campo.

A partir dessa concepção do trabalho de campo como um processo reflexivo de composição de escalas espaciais, procurei nessa pesquisa seguir os atores tentando estabelecer com eles interações não somente nos laboratórios de modelagem climática, mas mediante conversas por *skype*, troca de e-mails, participação em eventos científicos da área de modelagem, buscas na internet sobre artigos e documentos e informações mencionados durante as conversas e entrevistas. Realizou-se, portanto, um engajamento etnográfico de tipo “polimórfico” (GUSTERSON, 1997) que procurou incorporar técnicas ecléticas e estratégias que podem envolver a interação face a face com informantes, mas também acompanhá-los em outros sítios. Através desse tipo de

engajamento etnográfico procurei contornar a dificuldade de interagir com profissionais como os coordenadores de centros de pesquisa, formuladores de política e os próprios climatologistas que não possuem muito tempo livre para dar entrevistas e explicarem o que fazem em seu dia a dia.

Expondo de maneira mais detalhada, essas interações ocorreram através: a) da realização de 25 entrevistas com pesquisadores e profissionais envolvidos com a prática da modelagem climáticas no Brasil; b) da participação de eventos científicos da área de modelagem climática que ocorreram no Brasil; c) de visitas aos centros de pesquisa acompanhadas por membros das equipes (uma visita ao Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC com duração contínua de uma semana); d) Busca na internet de matérias de jornais, revistas e links de notícias na forma de texto que trataram do tema da modelagem climática e mudanças climáticas no Brasil; ao todo foram coletadas 54 matérias; e) Busca de documentos de instituições públicas do governo coletados na internet na forma de arquivos de texto; e pronunciamentos, conferências, entrevistas na forma de áudio e vídeo disponíveis na internet; ao todo foram 30 arquivos coletados e analisados.

3 BESM – Um “imaginário sociotécnico”.

Meu primeiro encontro com o BESM foi no ano de 2013 através de uma matéria divulgada no telejornal da noite da emissora Rede Globo⁴. Essa matéria divulgada nesse canal de TV (o de maior abrangência no Brasil) merece ter seu conteúdo detalhadamente analisado, pois, como descreverei, trata-se da composição de um “imaginário sociotécnico” (JASANOFF; KIM e SPERLING, 2007) que traz importantes significados sociais e políticos acerca do modelo brasileiro e da tecnociência da modelagem climática de um modo geral.

O jornalista âncora do telejornal anunciou a matéria dizendo: “pesquisadores do respeitado INPE desenvolvem o primeiro modelo climático brasileiro que servirá para prever o tempo com maior exatidão”. A matéria tem início com filmagens de nuvens carregadas correndo pelo céu e logo após surgem longas árvores da floresta amazônica. No decorrer da apresentação dessas imagens a locutora indaga o telespectador: “sabe aquelas perguntas do tipo o clima do Brasil vai mudar nos próximos anos; ou, o que

4 Fonte: <http://g1.globo.com/natureza/noticia/2013/02/brasil-desenvolve-modelo-proprio-de-analise-de-mudanca-climatica.html> (último acesso 23/02/2015);

aconteceria se a Amazônia desaparecesse? As respostas não são simples de dar, mas, para chegar até elas, os cientistas contam com a ajuda de modelos climáticos”. Em seguida, ela explica que esses modelos são “um conjunto de equações matemáticas formuladas a partir de diversos estudos sobre florestas, oceanos, atmosfera e tudo que afeta o clima. Os números são colocados em supercomputadores que geram previsões futuras”. Essa definição dada pela locutora é acompanhada por uma animação que mostra diversos instrumentos meteorológicos: balões atmosféricos, boias oceânicas, radares e um desenho em 3D de um supercomputador através do qual fluxos de números e símbolos matemáticos vão entrando e saindo para ilustrar o seu poder de cálculo. Em sequência, um pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) aparece e reforça a explicação da locutora afirmando que “os modelos climáticos são capazes de prever fenômenos atmosféricos, chuvas, secas e inundações em várias escalas de tempo”. A locutora então aparece e fala diretamente ao telespectador:

O problema é que até hoje não existia um modelo criado no hemisfério sul e as informações importantes de países tropicais como o Brasil não eram consideradas como deveriam. A influência da Amazônia no clima, por exemplo, estava sendo subestimada. E isso aumentava a chance de erro nas previsões. Agora, o Brasil já tem um modelo climático para “chamar de seu”. Ele vai deixar a previsão do tempo por aqui mais precisa. O que pode evitar tragédias como a da região serrana do Rio⁵.

Em seguida, surge a imagem do supercomputador Tupã do INPE e a locutora diz que as primeiras simulações com o “modelo do Brasil” já foram feitas nesse supercomputador. Ela destaca que as simulações feitas com esse equipamento e o novo modelo já representam avanços significativos em termos de previsão climática.

Os modelos mais antigos diziam que, se a Amazônia for desmatada, as chuvas reduziriam em 20% na região, mas o modelo do Brasil nos diz que seria o dobro, uma redução de 40%, e isso reduziria o ciclo da água no continente inteiro; afetaria plantações, o funcionamento de hidrelétricas, prejudicaria a vida de todos nós⁶.

Ao analisar essa matéria da Rede Globo sobre o BESM, percebe-se que para tratar do assunto da modelagem climática foram reunidos uma série de elementos em torno do modelo para que sua importância ou “autoridade” pudessem ser justificadas. Em apenas dois minutos e meio de vídeo são relacionadas ao BESM ideias como: a credibilidade do INPE como instituição científica brasileira, a utilidade dos modelos

5 Op. Cit..

6 Op. Cit.

computacionais para prever o clima, o poder de cálculo dos supercomputadores, a destruição causada pelas secas, enchentes, os riscos as populações que habitam áreas vulneráveis como as da região serrana do Rio, o desmatamento na Amazônia e sua relação com o clima regional e o impacto econômico das mudanças climáticas nos setores agrícola e de energia. Essa congregação de elementos compõe um imaginário e uma narrativa que nos convence da importância de se investir em um projeto nacional de modelagem do sistema terrestre. Comunica-se que, através da capacidade de cálculo dos supercomputadores e do grande detalhamento da natureza regional que um modelo climático brasileiro pode ter, riscos serão percebidos e antecipados; tragédias e perdas econômicas serão evitadas. Constitui-se, portanto, um poderoso “imaginário sociotécnico” acerca dessa tecnologia.

Os imaginários sociotécnicos, segundo autores dos ESCT, referem-se ao modo como a tecnociência no mundo moderno está profundamente implicada na produção de percepções coletivas a respeito do que se entende por riscos e como podemos responder a eles de maneira adequada (JASANOFF; KIM e SPERLING, 2007). Trata-se de percepções sobre a tecnociência como um modo de alcançar condições ideais de bem-estar social e futuros desejáveis em uma determinada sociedade. Estes imaginários são constituídos através de uma vasta rede de relações que transcende a ciência e por isso podem ser poderosas formas de compor e legitimar tal conhecimento e as políticas que nele se embasam.

Encontrei uma segunda composição desse imaginário sociotécnico do BESM na semana seguinte à publicação da matéria do telejornal da Rede Globo em duas matérias de renomados jornais brasileiros que traziam as seguintes chamadas: “Brasil terá seu primeiro modelo climático na ONU”⁷ e “Brasil prepara seu 1º modelo climático para o IPCC”⁸. Em sequência, as duas matérias destacavam que, com esse modelo, o Brasil se tornará “o primeiro país da América Latina e o segundo do hemisfério sul a contribuir com modelos de mudanças climáticas para o IPCC”. Enfatiza-se que, com esse feito, o Brasil se tornou um dos onze países no mundo que possuem um modelo como esse. A grande contribuição desse modelo brasileiro ao painel climático da ONU, segundo as reportagens, refere-se a um dos “pontos fracos” dos modelos que estão no IPCC que é a má representação das regiões tropicais do planeta. Explica-se que o modelo brasileiro

7 Disponível em <http://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/revista-amanha/brasil-tera-seu-primeiro-modelo-climatico-na-onu-7995426> Último acesso: 03 de fevereiro de 2015.

8 Disponível em <http://ciencia.estadao.com.br/blogs/herton-escobar/brasil-prepara-seu-1o-modelo-climatico-para-o-ipcc/> Último acesso em: 03 de fevereiro de 2015.

acrescentaria, dentre outros aspectos naturais do hemisfério sul, a “Amazônia” e o “oceano atlântico sul” no futuro climático elaborado pelo IPCC. Destaca-se também nessas matérias que “a maior florestal tropical do mundo” estava sendo “negligenciada” em sua relação com o sistema climático global simulado por outros modelos. Além disso, afirma-se que com o modelo brasileiro serão acrescentadas informações específicas sobre o Brasil e América do Sul que tornarão possível estimar, por exemplo, “qual será a elevação do nível do mar na costa do Rio de Janeiro”.

As duas matérias continuavam com esclarecimentos de que o projeto do modelo climático brasileiro é uma iniciativa do governo federal através INPE/MCTI. Um dos pesquisadores desse instituto declarou na matéria de um dos jornais que:

A opção de desenvolver um modelo próprio, em vez de adaptar um modelo de outro país, foi uma decisão estratégica com o intuito de formar uma nova geração de pesquisadores e capacitar o Brasil a produzir ciência de qualidade nessa área (Jornal O Estadão, 2013).

Essas matérias reúnem um novo conjunto de elementos que se unem ao imaginário sociotécnico anteriormente analisado. Considero que o que foi exposto no telejornal e nos jornais fazem parte da composição de um mesmo imaginário em torno do BESM. A questão que deve ser explorada é o que esse imaginário sociotécnico transmite?

Penso que, por um lado, o imaginário sociotécnico em torno do BESM transmite o poder da ciência moderna de ser capaz de predizer o futuro, representar detalhadamente o espaço e, a partir disso, poder estabelecer estratégias para controlar a natureza. O imaginário nos diz que se soubermos quanto o nível do mar vai se elevar poderemos nos preparar para isso. Em suma, é conferido ao modelos climático através desse imaginário uma capacidade de representar como será o clima e o espaço geográfico no futuro e com isso antecipar ameaças; o que se refere a um tipo de conhecimento territorial e poder geopolítico extraordinário.

Por outro lado, percebe-se na composição desse imaginário que a incorporação de tais ambições tecnocientíficas ocorre em um contexto nacional que possui configurações naturais, econômicas, políticas e culturais específicas. Trata-se do Brasil, das especificidades de sua geografia e de suas instituições políticas e científicas. A Amazônia surge como um elemento central na representação climático-territorial da América do Sul. O imaginário nos traz a floresta tropical brasileira (a maior floresta do mundo) como o mecanismo central das chuvas na região e afirma repetidas vezes que

essa floresta não pode ser “neglicenciada”.

Nota-se também nesse imaginário que desenvolver esse modelo possui uma relação com um tipo de política científica que busca criar condições de autonomia nesse tipo de ciência. Sugere-se que através da capacidade científica para desenvolver esse tipo de tecnociência, tem-se o objetivo de “elevar o Brasil” a uma condição de produção científica em mudanças climáticas que poucos países no mundo têm. A orientação para tal desenvolvimento são “os países que estão com modelos no IPCC/ONU”. Tais anúncios sugerem que a relação entre ciência e política estabelecida com esses modelos refere-se a uma espécie de “delegação”, isto é, eles podem representar de alguma forma nós brasileiros ou algo sobre o Brasil nas arenas internacionais que discutem mudanças climáticas. Transmite-se que ter um modelo climático nessas instâncias é simbolicamente e politicamente importante e que a política científica que valoriza esse processo de internacionalização da ciência brasileira é desejável.

A partir do contato com esse imaginário sociotécnico procurei obter informações em outros sítios em que o BESM poderia ser encontrado. Dei início ao meu trabalho de campo no INPE entrevistando modeladores e comecei a fazer buscas na internet por matérias e documentos que tratassem do modelo. Na unidade seguinte, passo a trabalhar as informações que obtive com a finalidade de aprofundar a análise dos significados sociais e práticas políticas detectadas no imaginário sociotécnico do BESM apresentado nessa unidade.

3 BESM, “soberanismo científico” e a “geo-política-científica” brasileira das mudanças climáticas.

O grupo de modeladores envolvidos diretamente no projeto BESM é pequeno. Ao todo, foram oito os que conversei. Em sua maioria são “pesquisadores e pesquisadoras Sênior” nacionalmente conhecidos na área de Meteorologia e estudos das mudanças climáticas. Eu os visitei em suas salas no INPE de São José dos Campos e de Cachoeira Paulista. A distribuição desses profissionais entre os “INPE's” indicou que trata-se de um projeto que envolve o Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e o Centro de Ciências do Sistema Terrestre (CCST). Além de visitá-los no INPE, encontrei alguns deles em eventos como o ConClima (Conferência Nacional sobre Mudanças Climáticas, 2013), o *Environmental Modeling in Amazonia* (2013) e o *Atmospheric Modeling Seminar* (2014). Dois deles concederam entrevistas por Skype. Com outros seis realizei entrevistas presenciais. Em todos os casos, foi-me

permitido fazer uso do gravador para registrar os diálogos.

Segundo os entrevistados, o projeto começou a ser articulado a partir do ano de 2008, após a criação da Rede Clima, do INCT – Mudanças Climáticas e do CCST. Mas, o ano considerado por eles como uma referência para o desenvolvimento do projeto foi o ano de 2010 quando a FAPESP passou a financiar o projeto. Segundo informações divulgadas no site da FAPESP⁹, o contrato entrou em vigência no ano de 2011, o pesquisador responsável pelo projeto é Carlos Nobre e a instituição sede da pesquisa é o INPE. Com o valor inicial de R\$571 mil¹⁰, o contrato da FAPESP financiou custos de atividades como: a contratação de pesquisadores, organização de *workshops*¹¹ e participação de pesquisadores brasileiros em eventos científicos internacionais. Além disso, a FAPESP financiou R\$15 milhões para a compra do Supercomputador Tupã instalado no INPE¹². É importante destacar que a aquisição desse supercomputador, apesar de atender as necessidades operacionais do CPTEC, ocorreu sob a justificativa de produzir cenários de mudanças climáticas para o Brasil e desenvolver o modelo global brasileiro¹³.

Além da FAPESP, o projeto BESM recebe fundos da Rede Clima, do INCT – Mudanças Climáticas e da FINEP. Foi divulgado em portais oficiais do governo que a Rede Clima investiu R\$15 milhões¹⁴ e a FINEP investiu R\$3 milhões no projeto¹⁵. Recentemente, a SAE/PR – Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República divulgou que vai investir outros R\$2 milhões via Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud) no modelo¹⁶. Somados todos esses valores o volume total corresponde em termos comparativos a um dos maiores investimentos

9 Ver: <http://www.bv.fapesp.br/pt/auxilios/7061/modelo-brasileiro-do-sistema-climatico-global/> último acesso em 24/03/2015.

10 Informação divulgada pela Revista FAPESP. Ver: MARQUES, (2012).

11 Ver: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2013/02/08/fapesp-realiza-workshop-sobre-modelo-brasileiro-do-sistema-terrestre/> (último acesso 23/02/2015);

12 Outros R\$35 milhões foram financiados pelo MCTI via FINEP. Ver: http://agencia.fapesp.br/superprevisao_do_tempo_pergunte_ao_tupa/13249/ (último acesso em 20 de março de 2015).

13 A troca de supercomputadores é sempre justificada pelos pesquisadores alegando alguma demanda pública, no caso da compra do Tupã, pesquisadores no INPE declaram que o financiamento do MCTI e da FAPESP ocorreu sob a justificativa da demanda por cenários de mudanças climáticas para o Brasil. Nas divulgações do projeto feitas pela Revista Pesquisa FAPESP, menciona-se sempre o valor investido no supercomputador como um valor investido no BESM e nas pesquisas em mudanças climáticas. Ver:

<http://revistapesquisa.fapesp.br/2010/11/21/clima-vers%C3%A3o-2-0/> (último acesso 23/02/2015);

14 Ref. <http://www.sae.gov.br/site/?p=22586> (último acesso 23/02/2015).

15 Ref. SAC – FINEP, chamadas públicas Encomenda Transversal Projetos de Pesquisa BESM 01.12.0183.00, 14/06/2012.

16 Ref. <http://www.sae.gov.br/site/?p=22586> (último acesso 23/02/2015).

públicos em um único projeto de pesquisa em mudanças climáticas no país¹⁷. Penso que essa enorme articulação de fontes de financiamento para o projeto tem relação com a proximidade do secretário do MCTI e pesquisador do INPE Carlos Nobre e José Marengo, pesquisador e coordenador do CCST/INPE, das instituições financiadoras e órgãos do governo. Na época de lançamento do projeto BESM, Carlos Nobre era o coordenador da Rede Clima, do INCT – Mudanças Climáticas e do programa FAPESP sobre mudanças climáticas globais. Deixou essas atividades de coordenação – com exceção do INCT – para se dedicar ao cargo de secretário de programas de pesquisa do MCTI, uma posição de alto-comando no Ministério que lhe colocou próximo da diretoria da FINEP¹⁸. José Marengo, por sua vez, possui envolvimento com a elaboração do Plano Nacional de Adaptação (PNA) às mudanças climáticas no MMA e no recente programa da SAE/PR para o planejamento estratégico de medidas de adaptação em setores socioeconômicos¹⁹.

Mas como são justificados esses investimentos? Por que tamanha importância dada ao modelo brasileiro? Essas questões surgiram durante minhas conversas com os

17 Para realizar essa comparação, faço a soma dos valores de investimentos públicos divulgados sobre o BESM anteriormente citados (total: 20.5 milhões de reais) sem somar os R\$15 milhões destinados a compra do supercomputador Tupã. Comparo essa soma com os valores investidos pela FAPESP em vários projetos de pesquisa na área de mudanças climáticas entre os anos 2009-2013, os quais foram divulgados em uma tabela em sua revista quinzenal (MARQUES, 2012). A soma total dos investimentos em todos os projetos é de cerca de R\$25 milhões. Curiosamente, o único desses projetos que alcança um valor na casa de R\$3 milhões de reais é um outro projeto de modelagem climática da USP com foco no Atlântico Sul. Tomando como base que o projeto FAPESP Mudanças Climáticas é uma das maiores fontes de investimento público na área de pesquisas em mudanças climáticas do país, considero esse comparativo válido para dizer que o BESM ao somar um valor de 20.5 milhões de reais em investimentos diretos obtidos em diversas fontes de financiamento público é um dos projetos de pesquisa da área que recebe o maior volume de investimentos. Busquei saber quais outros projetos possuem semelhante volume de investimento na área, mas nenhum dos resultados que obtive chegou próximo ao valor investido no BESM.

18 Em entrevistas que realizei com pesquisadores de outros grupos de pesquisa do INPE, de outras instituições de pesquisa brasileiras em clima e com um profissional do Ministério do Meio Ambiente que trabalha com programas de mudanças climáticas no ministério, perguntei a respeito de como o INPE recebeu grande volume de financiamento na área de mudanças climáticas e modelagem. Por várias vezes foi mencionada a presença de Carlos Nobre nesses programas de financiamento e no MCTI. Portanto, a influência de Nobre nesses assuntos é algo bastante conhecido entre pessoas envolvidas em pesquisa sobre mudanças climáticas no Brasil.

19 Segundo informações obtidas em entrevista realizada com uma profissional do Ministério do Meio Ambiente envolvida com a elaboração do PNA o envolvimento de Marengo com o MMA e com órgãos governamentais ligados a elaboração do PNA é grande, pois as bases científicas do PNA estão focadas na produção de cenários climáticos futuros realizada pelo CCST/INPE. O envolvimento de Marengo com a formulação do PNA se tornou ainda maior após a organização do evento internacional *Adaptation Future* em 2014 realizada pelo CCST/INPE. Evento que reuniu pesquisadores e tomadores de decisão do Brasil e de vários países da ONU. Nesse evento, a informante declarou que seriam traçadas metas para o planejamento da adaptação no Brasil entre os órgão governamentais e estabelecidas linhas de financiamento a pesquisa estratégica para o plano de adaptação. Dentre elas, estão os projetos de modelagem climática do CCST/INPE. Sobre o evento ver: <http://adaptationfutures2014.ccst.inpe.br/> Último acesso em: 02/04/2015.

modeladores do BESM e as respostas seguiram um mesmo roteiro e uma justificativa comum, a saber, “o Brasil precisa ter autonomia no desenvolvimento desse tipo de tecnologia” e “precisamos criar competências em modelagem climática”, em outras palavras, “devemos gerar massa crítica nesse tipo de pesquisa”. Perguntei o que isso significa? Qual a importância de produzir tais capacidades para os assuntos climáticos no Brasil? Eles me explicaram que “nenhum outro modelo global representa detalhadamente a América do Sul”, pois, “os esforços dos grupos de modelagem em todo o mundo se dão sempre no sentido de detalhar aspectos climáticos que lhes interessam para as suas respectivas zonas climáticas”, portanto, segundo eles, “se queremos um modelo adequado para o Brasil devemos desenvolvê-lo por nós mesmos”.

Essas declarações expõem uma percepção da disposição geográfica dos grupos de modelagem e dos modelos climáticos que os vincula a uma determinada “zona climática” ou região do globo. Ou seja, grupos de modelagem climática de um determinado país concentram-se em desenvolver modelos globais ou regionais com um maior detalhamento dos fatores climáticos que influenciam sua região. Por isso os modeladores brasileiros valorizam a “autonomia”, pois consideram que cada grupo de modelagem se ocupa daquilo que consideram mais relevante na natureza de suas regiões, logo eles devem fazer o mesmo. Quanto a isso, um diálogo que tive com um dos modeladores do BESM foi esclarecedor:

<Jean> Mas, não interessa a esses grupos estrangeiros melhorar a modelagem da região sul, já que o clima é entendido como um conjunto de inúmeros fluxos globais que se influenciam mutuamente?

<Modelador> Sim, mas o fato é que modelar o clima é um trabalho muito demorado, demanda esforços que nem sempre dão certo, então os grupos de modelagem preferem reunir seus esforços para melhorar aquilo que consideram mais significativo para a sua região. Essa é uma escolha que tem a ver com aquilo que se considera importante modelar ou melhorar na modelagem em cada região. Por exemplo, para os centros norte-americanos modelar o fenômeno El Niño é mais importante do que modelar as correntes de vento do Atlântico Sul por questões climatológicas óbvias, esse fenômeno afeta mais diretamente aquela região. Nenhum grupo de modelagem, de fato, está modelando detalhadamente o mundo todo, mas refinando aquilo que consideram importante para sua região.

<Jean> Então, modela-se o “mundo” sempre a partir de um país ou de uma determinada região?

<Modelador> Exatamente, cada país tem seus problemas climatológicos próprios e precisa resolvê-los por si, pois os demais grupos estão sempre ocupados com seus problemas particulares.

<Jean> Por isso é importante ter autonomia nesse tipo de ciência?

<Modelado> Sim! Quando a gente diz autonomia é na inteligência, é no software. O que queremos dizer é que nós temos uma comunidade científica que sabe modelar o clima, que entende dos processos químicos, físicos, biológicos, oceânicos, atmosféricos, na vegetação, no solo, na água, que sabe entender o que a mudança climática vai causar em relação à agricultura, biodiversidade, zonas costeiras etc. Com relação ao Brasil, posso lhe garantir que nenhum modelo do mundo representa bem nossa região e ninguém vai parar o que está fazendo pra melhorar isso por nós²⁰.

Nesse diálogo com o modelador, o termo “autonomia” possui o sentido de gerar uma base de expertise (massa crítica) para poder construir modelos sem depender de grupos de modelagem climática estrangeiros. Chama atenção na fala uma divisão entre os interesses “deles” e os “nossos”. Além disso, nota-se a importância dada a capacidade de modelar as mudanças climáticas no que se refere a poder calcular de maneira independente os efeitos do aquecimento levando em conta a natureza nacional (água, solo, vegetação, etc.) para que se possa calcular os impactos na riqueza (agricultura, biodiversidade, etc.) e no território (zonas costeiras). Nesse sentido, quando se fala em “modelo climático nacional” fala-se também de uma “natureza”, uma “geografia” e um “território” que constituem esse nacional e a sua “brasilidade”. Nesse discurso, o apelo ao caráter nacional serve para justificar o desenvolvimento da modelagem climática. Nota-se esse apelo nacionalista ao chamar o modelo de “modelo brasileiro”, referir-se a ele como “nosso modelo” e dizer que “trata-se de um esforço nacional, um esforço de todos”²¹. Isso é algo que reforça uma ideia de nação soberana ligada ao desenvolvimento tecnológico. Assim, constitui-se com o BESM uma potente narrativa nacionalista tornando essa tecnologia um locus ideal para que se articulem diferentes discursos e práticas políticas.

Gradativamente, tornou-se perceptível durante as conversas que, para os modeladores do BESM, a modelagem climática refere-se a um tipo de tecnociência considerada “estratégica” para o Brasil. Alguns deles destacaram que os modelos climáticos são uma “tecnologia sensível” que “não é totalmente transferível” e que deve ser desenvolvida até mesmo “por questões de segurança nacional”. Procurei adentrar esse assunto durante as conversas destacando que no Brasil instituições públicas como a Marinha rodam o modelo global ECHAM alemão e que, talvez, não vejam problema de segurança nacional nisso. Várias respostas foram dadas em

20 Entrevista realizada para essa pesquisa. INPE, CCST, São José dos Campos, SP, 28 de maio de 2013

21 Esse tipo de declarações de caráter nacionalista foram muito frequentes durante a apresentação do BESM em eventos como o ConClima.

desaprovação à atitude da Marinha. Um dos modeladores foi emblemático ao dizer que já havia tido uma conversa com o oficial responsável pelo serviço meteorológico da Marinha sobre o assunto e lhe afirmou ser “uma atitude antipatriótica a utilização do modelo climático alemão” justificando que “caso o centro climatológico alemão decidir não fornecer mais os desenvolvimentos do seu modelo e até mesmo suas previsões à Marinha brasileira”, a supor, “em um caso de guerra com o Brasil, ficaríamos totalmente desprovidos de previsões do tempo e clima para o país”. Nesses termos, ter autonomia no desenvolvimento de um modelo climático nacional possui clara orientação de caráter geopolítico. Surpreendeu-me na fala do modelador que prever o clima nos dias atuais ainda pode ser pensado como um recurso militar e que a modelagem climática é pensada como uma “tecnologia sensitiva”, isto é, como algo nacionalmente intransferível que está relacionado a questões de segurança. A justificativa de desenvolver de maneira autônoma seu próprio modelo climático adquire nesses termos uma noção de “soberania” que pode ser conquistada por meio do desenvolvimento tecnocientífico. Além disso, essa visão reforça a ideia de que conquistar a autonomia em modelagem climática não se refere somente a questões meteorológicas, mas também a uma forma de controle espacial voltada para questões territoriais.

Com relação a esse aspecto, em pesquisa recente sobre a modelagem climática na Índia, o geógrafo Martin Mahony (2014) chegou a conclusões semelhantes acerca da orientação geopolítica dessa tecnociência. Ele destacou que por questões de desconfiança com relação aos cenários climáticos produzidos pelo IPCC a respeito do derretimento do gelo da cordilheira do Himalaia, políticos e climatologistas indianos decidiram investir na produção de cenários climáticos regionalizados. A partir do seu estudo de caso, Mahony sugere que a modelagem climática, mais do que um recurso para estudos climatológicos, refere-se a um “conhecimento territorial do futuro” que coloca em cheque discursos de governança global das mudanças climáticas que dão a entender um fim do Estado-Nação e do território nos assuntos políticos transnacionais.

As importantes conclusões da pesquisa de Mahony (2014) refletem um dos argumentos defendidos aqui, a saber, que a modelagem climática no Brasil é construída como uma tecnologia geopolítica. Quero sugerir com isso que através da pesquisa e produção desse tipo de tecnologia sistemas técnicos podem ser construídos e alinhados à práticas políticas diversas, dentre elas a política territorial, mas também à políticas científicas e ambientais específica. Por exemplo, novos alinhamentos internacionais

podem ser conduzidos nas agendas científicas e ambientais dos países do Sul; processo no qual o governo brasileiro almeja uma posição de liderança. Nesse sentido, a busca por alcançar a “soberania em modelagem climática” pode ser entendido como um meio pelo qual países como o Brasil e a Índia podem construir seus próprios futuros climáticos compostos com as particularidades da natureza regional e de acordo com aquilo que julgam importante ser simulado. Isso serve não somente para políticas e agendas em âmbito nacional, mas também como um modo de adquirir maior peso político internacional nas negociações de assuntos ambientais.

Como um exemplo desses alinhamentos, o acordo de cooperação científica assinado pelos BRICS em 2014 contempla o intercâmbio de pesquisadores e conhecimentos nas áreas de pesquisa oceanográfica, modelagem do clima e prevenção de desastres naturais²². O que nas palavras do então secretário do MCTI, Carlos Nobre, que firmou o acordo em 2014 com os BRICS, (os acordos) “demonstram novos alinhamentos de cooperação científica que já não refletem aqueles do passado”, isto é, aqueles firmados com os “países do Norte”²³. Como parte dessa cooperação na área de modelagem climática entre países do Sul, o projeto BESM trouxe pesquisadores indianos para trabalhar no desenvolvimento do seu componente de aerossóis em uma parceria com o Instituto Indiano de Ciências (IISc)²⁴. Outra parceria foi feita com o Conselho para Pesquisa Científica e Industrial (CSIR), da África do Sul, com foco em intercâmbio de estudantes na área de modelagem climática²⁵. Além disso, com fundos da FAPESP, o projeto do BESM foi apresentado em um evento organizado na China no ano de 2014²⁶. Segundo dados divulgados pela agência, nesse evento foi reafirmada a necessidade de cooperação científica entre esses países, principalmente, na área de

22

http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/354460/Pesquisadores_elaboram_documento_orientador_para_Cupula_dos_Brics.html
(último acesso 28/02/2015).

23 Op. Cit.

24 Pude conversar com dois deles durante minha visita ao CPTEC. A maioria possui contratos de 1 ou 2 anos. Um afirmou ter recebido fundos da Rede Clima e o outro possui uma bolsa de auxílio a pesquisa da FAPESP cujas informações são detalhadas no site da instituição <http://www.bv.fapesp.br/pt/bolsas/151506/implementacao-do-modelo-de-aerossóis-no-modelo-brasileiro-de-sistema-terrestre-besm-e-sua-validacao/> último acesso em 24/03/2015.

25 Informação obtida em entrevista realizada para essa pesquisa e também divulgada pela Revista FAPESP. Ref. <http://revistapesquisa.fapesp.br/2010/11/21/clima-vers%C3%A3o-2-0/> (último acesso 23/02/2015). No entanto, não obtive informações detalhadas sobre esses acordos.

26 Ver:

http://agencia.fapesp.br/modelo_brasileiro_do_sistema_terrestre_e_apresentado_na_china/18950/ (último acesso 23/02/2015);

pesquisas espaciais, ambientais e modelagem climática²⁷.

No entanto, esses alinhamentos “Sul-Sul” não significam um fim da colaboração com centros norte-americanos e europeus. No caso do BESM essa colaboração com o “Norte” (divisão geopolítica discursivamente produzida pelos pesquisadores e formuladores de política) é ainda fundamental e necessária para o desenvolvimento do projeto, não há, assim, uma condição possível de “concorrência” com esses países na área. Em entrevista realizada com um dos modeladores do BESM ele afirmou que “com os centros norte-americanos e europeus podemos talvez competir no varejo mas não no atacado, pois ainda dependemos dos modelos e do conhecimento em modelagem desenvolvidos por eles”²⁸. Questionei “o que significa competir no varejo”. Ele respondeu que “podemos acrescentar algo sobre a superfície florestada da Amazônia, melhorar a representação do Atlântico Sul, fazer coisas pontuais, mas não temos massa crítica suficiente para desenvolvermos todo o modelo por conta própria”²⁹. Diante disso, minha questão foi “mas em que passo se está agora no desenvolvimento do modelo brasileiro?”.

Então ele me explicou que o BESM, atualmente, é o modelo atmosférico global do CPTEC acoplado a um modelo oceânico cedido pelo centro norte-americano GFDL chamado MOM. Naquele momento, a equipe do BESM buscava acoplar a esses dois modelos o modelo de química atmosférica e aerossóis ECHAN – HAMMOZ desenvolvido no *Max-Planck Institut* da Alemanha³⁰ e o modelo de superfície da vegetação (IBIS) desenvolvido na Universidade de Wisconsin nos Estados Unidos³¹. Segundo o modelador, somente quando todos esses componentes estiverem rodando conjuntamente o modelo será um modelo do sistema terrestre “padrão IPCC”. Essa afirmação não deixou de gerar surpresa, pois uma das notícias que saíram na imprensa foi que pela primeira vez um modelo climático brasileiro havia participado do IPCC. Ele esclareceu que a participação no IPCC5 ocorreu com o modelo atmosférico do CPTEC acoplado apenas ao modelo oceânico MOM e não com todos os componentes de um modelo do sistema terrestre. Segundo ele, isso causou sérias dificuldades para a

27 Claramente, áreas de interesse do INPE. Particularmente na área de pesquisas espaciais, a cooperação sino-brasileira avançou muito ao longo da última década (PEREIRA, 2008). O que, certamente, pavimentou o caminho para a cooperação em outras áreas pesquisas capitaneadas pelo INPE, tais como, mudanças ambientais globais e modelagem.

28 Entrevista realizada para essa pesquisa. INPE, CCST, 05 de dezembro de 2013

29 Op. Cit.

30 Fonte: <http://www.mpimet.mpg.de/en/staff/kai-zhang/hammoz.html> acesso 09/01/2015.

31 Fonte: <http://www.sage.wisc.edu/download/IBIS/ibis.html> acesso 09/01/2015.

aceitação das simulações do modelo no IPCC5, pois este projeto de intercomparação internacional possui várias exigências quanto ao “padrão” das simulações e o número de componentes acoplados que é exigido nos modelos. Ele ressaltou que para o próximo IPCC a equipe do BESM foi alertada que não poderá participar do projeto se o BESM não tiver acoplado o modelo de aerossóis.

Quanto ao que foi dito, coloquei questioneei a respeito de qual o critério que os modeladores encontraram para definir a “nacionalidade brasileira” do modelo, pois trata-se do acoplamento de um modelo atmosférico desenvolvido no Brasil e de outros modelos desenvolvidos na Alemanha e nos Estados Unidos. A resposta do modelador entrevistado foi:

Ninguém desenvolve um modelo global do zero, todos precisam começar por outros modelos, pois trata-se de milhares de linhas de código que seriam impossíveis de serem reescritas por uma só equipe. Quando acoplamos outros modelos não estamos somente “copiando” e “colando” estamos acrescentado novos desenvolvimentos, novos parâmetros que não estão representados neles como a interação da floresta Amazônica e do oceano Atlântico Sul. Por isso o tipo de desenvolvimento que estamos realizando com o BESM é realmente um esforço nacional que a longo prazo gerará frutos³².

Identifica-se na fala do modelador novamente a ideia de que o que constitui a especificidade “nacional” do modelo é a “natureza do Brasil” (floresta, oceano Atlântico, etc.) que aos poucos pode ser codificada e constituída através do “esforço nacional” da equipe de modelagem do BESM. Acrescentar “novos desenvolvimentos” no modelo significa, portanto, fazer com que a “natureza do Brasil” esteja representada dentre as outras “naturezas” codificadas nos modelos. Em uma perspectiva dos ESCT, pode-se sugerir que a constituição dessa natureza do Brasil através da modelagem refere-se não somente a uma prática científica representacional, mas a uma “política ontológica” (MOL, 1999) de fazer com que essa natureza não seja negligenciada nos futuros climáticos que orientam políticas e estruturas de financiamento voltadas à mitigação das mudanças climáticas como a REDD+³³. E como vimos anteriormente na fala do modelador, é acrescentando essa natureza nacional no modelo que os modeladores brasileiros poderão “concorrer no varejo” com grupos de modelagem do “Norte”.

Outra questão que fiz ao modelador foi qual o significado de ter um modelo “padrão IPCC”? Ele esclareceu que alcançar o “padrão IPCC” significa participar de um grupo seletivo de países com a capacidade de gerar futuros climáticos que compõe a base

32 Entrevista realizada para essa pesquisa. INPE, CCST, 05 de dezembro de 2013.

33 Programa internacional de financiamento para Redução de Emissões provenientes do Desmatamento e Degradação florestal (mais) manejo sustentável de florestas.

do conhecimento em mudanças climáticas avaliado pelo painel internacional. Ele considerou muito importante essa participação, pois esse é “o mais alto nível científico das pesquisas em modelagem das mudanças climáticas”. Segundo essa visão, participar com um modelo no IPCC refere-se, portanto, a um grande reconhecimento, prestígio e visibilidade de suas pesquisas. Em termos sociológicos, pode-se expressar isso – emprestando a linguagem conceitual de Bourdieu (2002a;2003b) – como a obtenção de um maior “capital científico” na área de modelagem das mudanças climáticas³⁴.

Segundo um outro modelador da equipe por mim entrevistado, através do BESM e de sua primeira contribuição para IPCC/AR5 “nós começamos a aparecer no radar internacional mostrando que no Brasil não é somente futebol e café, é inovação também”³⁵. Nesse sentido, o discurso da autonomia nacional em modelagem associa-se ao da necessidade de internacionalização da ciência brasileira. Nessa perspectiva, o Brasil ter o seu próprio modelo do sistema terrestre, a exemplo dos outros 10 países desenvolvidos que constroem essa tecnologia, é um modo de “inserir-se no primeiro mundo” através da ciência e romper com um passado de submissão com os “países do Norte”.

Conforme destacado por Velho e Ramos (2014:263) a internacionalização da ciência está, com destaque, na pauta da Política Científica e Tecnológica da maioria dos países industrializados e de industrialização recente. Nas palavras das autoras, “uma passada de olhos pelos documentos oficiais e pelos programas das agências financiadoras de P&D dos mais variados países revela que todos eles incluem ações e instrumentos visando incentivar a dimensão internacional da ciência”. No caso do Brasil, as autoras notam que a importância de estimular a internacionalização da ciência tem já alguns anos e que, apesar da participação brasileira em redes internacionais ainda ser muito baixa, ela é desejada pelos órgãos de governo.

Tratando-se do BESM e das pesquisas em mudanças climáticas no Brasil, um aliado importante orientado para a internacionalização da “ciência brasileira”³⁶ é a FAPESP. Uma percepção dessa orientação da agência para internacionalização da

34 Utilizo a linguagem conceitual de Bourdieu (2002a;2003b) para me referir a um tipo de capital simbólico baseado no reconhecimento obtido em determinada área da ciência que funciona como uma forma de crédito entre os pares e também como um capital político, pois um maior ou menor capital científico é conferido não só pela produção de conhecimento, mas também pela posição ocupada pelos agentes nas instituições científicas.

35 Entrevista realizada para essa pesquisa. INPE, CPTEC, 21 de julho de 2013

36 No lugar de “ciência brasileira” talvez pode-se entender também “ciência paulista”, pois os materiais de divulgação da FAPESP constantemente utilizam esses termos de forma intercambiada como se tivessem o mesmo significado.

ciência na área das mudanças climáticas pode ser encontrada na matéria intitulada “em clima de mobilização”, publicada em sua revista quinzenal³⁷. A matéria destaca os “importantes avanços” alcançados pelo Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais (PFPMCG). Inicia explicando que o programa prevê investimentos de R\$100 milhões de reais em pesquisas para os próximos dez anos, dos quais R\$ 40 milhões já foram contratados entre os anos 2008 e 2012. É informado que o programa contempla projetos temáticos em diferentes áreas da ciência. Contudo, em parágrafo novo, é se dá grande destaque ao projeto do BESM. Afirma-se que “uma das principais ambições do programa é a criação do Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global, um sistema capaz de fazer simulações sofisticadas sobre fenômenos do clima global”. O coordenador o PFPMCG entrevistado para a matéria justifica a importância dada a esse projeto dizendo que “para a ciência abastecer a sociedade com informações fidedignas é essencial termos um modelo que não seja calcado nos que existem em outros países, mas contemple características e dados regionalizados”. Em sequência, destaca-se o valor investido pela FAPESP na compra do supercomputador Tupã, ressaltando que o computador é o “número 29 da lista dos 500 mais potentes do planeta”. Afirma-se que, com essa nova máquina, coloca-se “a Meteorologia brasileira no patamar dos principais centros mundiais”.

Para destacar a importância dada pela agência a essa “mudança de patamar” das pesquisas climáticas ou, em outras palavras, para a sua “internacionalização”, a matéria traz uma unidade denominada “massa crítica para pesquisa do clima” e “debate mundial”. Nestas unidades, destaca-se que o PFPMCG constrói uma “sólida base científica” nas áreas de mudanças ambientais globais que garante a ciência brasileira “um espaço no debate científico mundial”. Dois “espaços científicos mundiais” alçados pelas pesquisas financiadas pela agência são mencionados na matéria. Um deles é a conferência *Planet Under Pressure* que ocorreu em março de 2012, antes da realização da Rio+20. Sobre essa conferência, relata-se que foi assinado um memorando de entendimento para colaborações em pesquisa sobre mudanças climáticas globais entre as agências de financiamento à pesquisa de países signatários do chamado Belmont Forum, que reúne os maiores grupos internacionais de financiamento à pesquisa³⁸. Segundo a matéria, os países participantes do Belmont Forum até o ano 2010 eram

37 Ver: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2012/08/20/em-clima-de-mobiliza%C3%A7%C3%A3o/> (último acesso em 17 de março de 2015)

38 Op. cit.. Sobre o Belmont Forum ver: <https://igfagcr.org/> último acesso em 24/03/2015.

apenas os países do G8; a partir de então, o grupo passou a contar com representantes de agências de países emergentes como o Brasil, (representado pela FAPESP), China, Índia e África do Sul³⁹. O que a matéria procura enfatizar é que o PFFMCG nessas redes internacionais é “um marco importante de incentivo a pesquisas interdisciplinares em uma área estratégica para o Brasil” e que “parcerias nacionais e internacionais estão sendo articuladas no programa, incentivando a internacionalização da pesquisa em São Paulo”⁴⁰.

Essa orientação para a internacionalização da ciência paulista (ou brasileira nos termos da agência) dada pela FAPESP possui afinidade com o declarado objetivo estratégico do INPE/MCTI de tornar-se “um ator relevante nos temas relacionados às mudanças ambientais e climáticas globais” e assim reforçar “o papel do Brasil na definição da agenda ambiental em âmbito global” (INPE, 2007:24). Isso posto, nota-se que há uma concordância entre essas instituições de que o investimento na formação de uma “massa crítica” em modelagem climática e a construção do BESM são centrais para a consecução de tais objetivos em “âmbito global”. A participação do modelo no IPCC é uma das maneiras de marcar presença nesse “âmbito” representando uma conquista de “um espaço no debate científico mundial”. Ao marcar presença nesses espaços, firmar novos acordos de cooperação com países do “Sul” e do “Norte”, pode ser algo factível em um “outro patamar” de desenvolvimento tecnológico. Unem-se, portanto, diferentes percepções da importância de desenvolver uma tecnologia da monta de um modelo do sistema terrestre. Pensa-se o modelo, ao mesmo tempo, como “tecnologia ambiental geoestratégica”, “inovação” e “ciência brasileira voltada a internacionalização”. Nesse sentido, considero que o projeto do BESM refere-se a uma “geo-política-científica” que alia grupos que possuem interesses em comum, que têm como um traço característico a valorização da “ciência nacional”, entendida como um componente da “soberania”, como um caminho para romper com um passado colonial no qual só tínhamos a oferecer “café e futebol”, conforme ilustrado na fala do modelador do BESM, mas agora temos “inovação”.

Considerações finais.

Como últimas considerações quero frisar que a “agenda científica” voltada para a internacionalização da ciência brasileira através de projetos como o BESM está

39 Op. cit.

40 Op. cit.

associada a uma “agenda ambiental” das mudanças climáticas; relação a qual procurei indicar aqui como sendo de caráter tecnopolítico e geopolítico. Conforme outros autores já destacaram (VIOLA e FRANCHINI, 2013), não interessa ao Brasil entrar como subalterno nas negociações de assuntos ambientais nas arenas internacionais. Com esse intuito há a necessidade de consubstanciar a política internacional com um tratamento científico das questões em jogo. Como observou Ezrahi (1990), na democracia liberal os Estados Nacionais precisam da autoridade da ciência para legitimar suas ações, e em um contexto de discussões sobre problemas internacionais, esses Estados buscam construir e utilizar bases nacionais de expertise para poderem mobilizar interpretações científicas que sejam favoráveis as suas posições. Portanto, nas instâncias internacionais de negociação, é fundamental que ciência e política possam consubstanciar-se para que as decisões sejam favoráveis aos interesses nacionais.

Nesse sentido, indica-se que no tema das mudanças climáticas é difícil desassociar duas “agendas”, uma política e outra científica, fato que estudos sobre o próprio IPCC já tem indicado (MILLER, 2004; HULME e MAHONY, 2010). Com relação ao projeto BESM e a criação de redes de fomento a pesquisa em mudanças climáticas, parece-me que essa relação de “coprodução” (JASANOFF, 2004) da ciência e da política é compreendida e utilizada pelos próprios pesquisadores e formuladores de política envolvidos nos assuntos climáticos no Brasil. Compreende-se que um “espaço na agenda científica das mudanças climáticas” corresponde a um “espaço na agenda ambiental em âmbito global”.

Esse “espaço” a ser conquistado não se refere somente a um direito de “inclusão” mas, principalmente, de “definição” dessas agendas ambientais globais. O que coloca em cheque a ideia de uma governança transnacional das mudanças climáticas, que evoca um discurso político de cunho globalizante. Como alguns autores dos ESCT tem discutido, as “iniciativas globais” de governança, paradoxalmente, presenciam o ressurgimento de afirmações e reivindicações de conhecimentos e políticas locais (LAHSEN, 2002; JASANOFF e MARTELLO, 2004). Isso está relacionado ao fato de que a governança das mudanças climáticas globais apresenta contradições, ambiguidades e complexidades em sua realidade sociopolítica local, das quais fazem parte os diferentes “grupos epistêmicos” que lidam com essas questões no desenvolvimento tecnocientífico (LAHSEN, 2004; CRATE e NUTTALL, 2009; DOVE, 2014). Portanto, é importante não perder de vista os processos de conexão e fricção pelos quais as mudanças climáticas têm se tornado uma entidade governável na escala

local-global e como tal realização reivindica uma reinserção naquilo que se entende por “regime internacional das mudanças climáticas” (VIOLA, 2002, 2013) ou naquilo que alguns autores do ESCT tem chamado de “globalismo infraestrutural” (EDWARDS, 2006, 2010, e MILLER, 2004).

Procurei ressaltar nesse trabalho o caráter territorial-nacional da modelagem climática. Com isso quero indicar que a “transnacionalidade” das negociações das mudanças climáticas é algo que deve ser posta a prova levando em conta o próprio modo de realização do conhecimento científico sobre essas mudanças. Se falo em uma geopolítica da modelagem climática é porque percebo que essa tecnociência reforça a importância territorial do Estado-Nação; e que aquilo que é produzido como conhecimento sobre o futuro do clima com esses modelos reproduz uma lógica demarcatória dos direitos e responsabilidades do Estado-Nação nos assuntos climáticos. O estudo de caso da modelagem climática brasileira indica que não se trata somente de um “soberanismo” de caráter político, isto é, de um “estilo de política internacional” das mudanças climáticas que se pauta na ideia de que o equilíbrio de poderes nas negociações deve levar em conta as unidades políticas dos territórios (VIOLA e FRANCHINI, 2013), mas, também de um “soberanismo científico” que precisa ser percebido como parte da construção dessas ordens.

Em última análise, quero destacar que os grupos que atualmente se relacionam com os modelos climáticos no âmbito dos órgãos do governo federal brasileiro têm suas atividades e propostas políticas legitimadas e reforçadas pelo imaginário sociotécnico criado com os modelos. Refiro-me ao imaginário que nos diz que as mudanças climáticas podem ser antecipadas através da tecnociência, localizadas no território brasileiro e ter seus impactos conhecidos em diferentes setores socioeconômicos e infraestruturas. Esse imaginário é útil para esses órgãos pois os futuros climáticos imaginados com modelos ajudam a justificar novos investimentos em Ciência e Tecnologia (C&T) e, por sua vez, avanços em C&T reafirmam a capacidade do Estado de agir como responsável pela gestão da segurança e do bem-estar público. Nesse sentido, imaginários sociotécnicos servem, ao mesmo tempo, como fins da política governamental e como instrumentos de sua legitimação (JASANOFF; KIM; SPERLING, 2007). Nessa perspectiva, a modelagem climática é uma prática que expande o controle político do Estado que, como tem sido destacado por outros autores (BRAUM, 2014; ETHEMCAN; ZOGRAFOS e KALLIS, 2015), nas questões climáticas encontra uma oportunidade para demonstrar sua capacidade de “fazer viver”

em um sentido “biopolítico” (FOUCAULT, 2008). Com isso, o que está em jogo são modos de perceber, viver e agir politicamente em relação as mudanças climáticas que ainda são pouco conhecidos, mas que precisam ser investigados e discutidos em sua complexidade tecnopolítica.

Bibliografia

BARNES, B. *Interests and the Growth of Knowledge*. London and Boston: Routledge and Kegan Paul, 1977.

BEAULIEU, A. *Mediating Ethnography: Objectivity and the Making of Ethnographies of the Internet*, *Social Epistemology* 18 (2-3): 129-64, 2004.

_____. *From Co-location to Co-presence: Shifts in the use of ethnography for the study of knowledge*. *Social Studies of Science*, 40(3) p. 453-470. 2010.

BLOOR, D. *Knowledge and Social Imaginery*. London and Boston: Routledge and Kegan Paul, 1976.

BOURDIEU, P. *O poder simbólico*. Bertrand, Rio de Janeiro, 1998.

_____. *Os usos sociais da ciência: Por uma sociologia clínica do campo científico*, Ed. Unesp, São Paulo, 2003a.

_____. *El ofício de científico. Ciência de La ciencia y reflexividade*, Ed Anagrama, Barcelona, 2003b.

BRAUN, B. *Producing Vertical Territory: Geology and Governmentality in late Victorian Canada*. *Cultural Geographies* 7(1) pp. 07-46, 2000.

BRECHIN, R.S.; BHANDARI, M. *Perceptions of climate change worldwide*. *WIREs Clim Change*, 2:871-885, 2011.

CALLON, M. *Some elements of a Sociology of translation. Domestication of the Scallops and the Fishermen of St. Brieuc*. In: *The Science Studies Reader*, cap5, p.67-83, 1986.

CESARINO, L. *Antropologia Multissituada e a Questão da Escala: Reflexões com Base no Estudo da Cooperação Sul-Sul Brasileira*. *Horizontes Antropológicos*, Porto Alegre, janeiro de 2014.

EDWARDS, P. *Meteorology as Infrastructural Globalism. The history of Science*,

OSIRIS,(21), p. 229-250, 2006.

_____. A Vast Machine: Computer models, climate data, and the politics of global warming. The MIT Press, Massachusetts, 2010.

ETHEMCAN, T.; ZOGRAFOS, C.; KALLIS, G. Adaptation as Biopolitics: Why State Policies in Turkey do Not Reduce the Vulnerability of Seasonal Agricultural Workers to Climate Change. Elsevier, 2015.

EZRAHI, Y. The Descent of Icarus: Science and the transformation of contemporary democracy. Cambridge, MA: Harvard University Press. 1990.

FAUBION, D. J; MARCUS, G. (ed.) Field work is not what it used to be. Cornell University Press, London, 2009.

FOUCAULT, M. The Birth of Biopolitics, Palgrave Macmillan, New York, 2008.

GUPTA, J. History of international climate change policy. WIRES: Clim. Change, 1:636-653, 2010.

GUPTA, A.; FERGUSON, J. (eds.) Anthropological Locations: Boundaries and Grounds of Field Science. Berkeley: University of California Press, 1997.

GUSTERSON, H. Studying-up revisited. Political and Legal Anthropology Review 20 (1): p.114-119, 1997.

HINE, C. Connective Ethnography for the Exploration of E-Science. Journal of Computer Mediated Communication. (12)2, 2007.

HULME, M; MAHONY, M. Climate Change: What do we Know about the IPCC? Progress in Physical Geography 34 (5). 705-718, 2010.

JASANOFF, S.; MARTELLO, L.M. (eds.) Earthly Politics: Local and Global in Environmental Governance. MIT Press, Cap. 3, pp. 81-102, 2004.

JASANOFF, S. (Ed.). States of Knowledge: The co-production of science and social order. London: Routledge, Cap. 3. p.46-66, 2004.

LAHSEN, M. Brazilian Climate Epistemers Multiple Epistemes: Na Exploration of Shared Meaning, Diverse Identities and Geopolitics in Global Change Science. Harvard University. Global Environmental Assesment Project. Jan. 2002.

LATOUR, B. Ciência em Ação. EDUSP, 1ªed. São Paulo, 1998.

_____. *A Esperança de Pandora: Ensaio sobre a realidade dos estudos científicos*. EDUSC, 2001.

_____. *Políticas da Natureza*. Edusc. Bauru, SP, 2004.

LAW, J. On power and its tactics: a view from Sociology of Science. *The Sociological Review* 34(1), pp. 1-38, 1986.

MAHONY, M. *The Predictive State: Science, Territory and The Future of the Indian Climate*. Social Studies of Science, Sage Pub. 2014.

MARCUS, G. *Ethnography in/of the world system: the emergence of multisited ethnography*. *Annual Review of Anthropology*, n. 24, p.95-117, 1995.

_____. *Ethnography Through Thick and Thin*. Princeton University Press, 1998.

MERTON, R. K. Science and Social Order. In: *Philosophy of Science*, Vol 5. pp. 321-337, 1938.

MILLER, C; EDWARDS, P. (Eds.). *Changing the Atmosphere. Expert Knowledge Environmental Governance*. The MIT Press, 2001.

MILLER, C. Climate Science and the making of a global political order. In:

JASANOFF, S.; MARTELLO, L.M. (eds.) *Earthly Politics: Local and Global in Environmental Governance*. MIT Press, Cap. 3, pp. 81-102, 2004.

MOL, A. Ontological Politics. A word and some questions. In Law, e Hassard (org.) *Actor Network Theory and After*, Blackwell, *The Sociology Review*, 1999.

MONTEIRO, M. Reconsiderando a etnografia da ciência e da tecnologia. *Revista brasileira de Ciências Sociais*, vol.27 N° 79, junho, 2012.

NADER, L. Up the Anthropologist: Perspectives Gained From “studying up”. In: HYMES, D. *Reinventig Anthropology*. New York: Randon House, p.284-311, 1972.

STAR, S.L. The Ethnography of Infrastructures. *American Behavioral Scientist*, 43: 377, 1999.

PATERSON, M.; STRIPPLE, J. Singing Climate Change into Existence on the Territorialization of Climate Policymaking. In: *Social construction of climate change: power, knowledge, norms, discourse*, Burlington, p.149-172, 2007.

PEREIRA, G. *Política Espacial Brasileira e a trajetória do INPE (1961-2007)*. Tese de

doutorado. Departamento de Política Científica e Tecnológica, Instituto de Geociências, UNICAMP, 2008.

TSING, A. *An Ethnography of Global Connection*. Princeton University Press, 2006.

VELHO, L.; RAMOS, M. Internacionalização da Ciência no Brasil e Mobilidade Internacional: Política, Prática e Impacto. Em: *Abordagens em Ciência, Tecnologia e Sociedade*, UFABC, Cap.11. pp- 263-87, São Paulo, 2014.

VIOLA, E. O regime internacional de mudanças climáticas. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, vol.17, no.50, out, 2002.

_____. Brasil na Governança Global do Clima, 2005-2012; a luta entre conservadores e reformistas. *Contexto Int*. Vol35, no.1. Rio de Janeiro, 2013

VIOLA, E.; FRANCHINI, M. Brasil na governança do clima, 2005-2012: a luta entre conservadores e reformistas. *Contexto int*. vol.35, no.1, Rio de Janeiro, 2013.

Outras referências.

PNMC, 2007, Plano Nacional Sobre Mudanças do Clima. Disponível em:

http://www.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/arquivos/plano_nacional_mudanca_clima.pdf

Último acesso em: 27/02/2015.

INPE, (2007). Plano diretor 2007-2011.

Disponível em:

http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/Plano_Diretor_2007-2011_v3.pdf

Último acesso em 11/03/2015.

JASANOFF, S.; KIM, S.-H.; SPERLING, S. (2007) Sociotechnical Imaginaries and Science and Technology Policy: A Cross-National Comparison NSF Award No. SES-0724133, set. 2007. Disponível em:

<http://sts.hks.harvard.edu/research/platforms/imaginaries/iii.proj/nsf-summary-and-proposal/> Último acesso em 26/02/2015.

MARQUES, F. (2012) Em clima de mobilização. Matéria da Revista FAPESP.

Disponível em:

http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2012/08/112-119_clima.pdf?7ba38f

Último acesso em 24/03/2015.