

# Políticas da Meteorologia no Brasil: Trajetórias e disputas na criação do CPTEC

## *Politics of Meteorology in Brazil: Trajectories and disputes to the construction of CPTEC*

**JEAN CARLOS HOCHSPRUNG MIGUEL**

Universidade de Campinas | UNICAMP

**PAULO ESCADA**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais | INPE

**MARKO MONTEIRO**

Universidade de Campinas | UNICAMP

36

**RESUMO** O artigo analisa o processo de construção das políticas científicas para a Meteorologia no Brasil através da história do Centro de Previsão do Tempo e Estudos do Clima (CPTEC) no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Destaca-se que esse processo ocorreu em uma ativa relação entre membros da comunidade de pesquisa e atores da esfera política. A conjunção de fatores científicos, políticos e institucionais é empiricamente documentada através de entrevistas realizadas com pesquisadores, políticos e coordenadores que participaram da formulação das políticas que originaram e sustentaram as atividades deste centro. Por meio da análise dessa documentação, descreve-se o surgimento de controvérsias e sua negociação entre grupos de pesquisadores que divergem quanto ao rumo que deve tomar a Meteorologia no Brasil. Desse modo, assinala-se que os rumos da produção do conhecimento, como parte da governança climática, não ocorrem de forma harmônica e unidirecional, mas é antes produto de disputas que configuram e orientam políticas do setor.

**Palavras-Chave** meteorologia no Brasil – mudanças climáticas – história da ciência – estudos sociais da ciência e da tecnologia.

**ABSTRACT** *The paper analyzes the process of implementation and development of the Center for Weather Forecasting and Climate Studies (CPTEC) at the National Institute for Space Research (INPE) in Brazil. It's argued that this process occurred through active relationships between members of the research community and the political sphere. This combination of scientific, political and institutional aspects is empirically documented through interviews with researchers, politicians and engineers who participated in the construction of the center. Through the analysis of this documentation, we describe the dynamics between scientists and politicians in a historical process marked by disputes about the planning of Meteorology in Brazil.*

**Keywords** *Brazilian Meteorology – climatic changings – history of Science – science and technology studies.*

## Introdução

O campo da Meteorologia operacional passou a ser redefinido na Europa e nos Estados Unidos a partir da década de 1950, quando as primeiras previsões do tempo utilizando métodos numéricos foram desenvolvidas. Apesar das incertezas presentes no início da aplicação de métodos numéricos de previsão do tempo, estes continuaram a evoluir nas décadas seguintes de maneira associada ao crescimento da capacidade de processamento dos computadores e do aumento da extensão das redes de observação e compartilhamento de dados. Em um curto período de tempo, o avanço da supercomputação, da modelagem e das infraestruturas de informação nos centros de pesquisa meteorológica norte-americanos e europeus possibilitou a operação da previsão numérica do tempo em escalas temporais e resoluções cada vez maiores de modo que, no início da década de 1990, a modelagem computacional do clima sazonal já havia suplantado completamente a antiga climatologia estatística naqueles países.<sup>1</sup>

No final da década de 1980, foi criado no Brasil o Centro de Previsões do Tempo e Estudos do Clima (CPTEC), no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Esse centro surgiu como uma proposta de modernização da Meteorologia brasileira que deveria passar a dominar a previsão numérica do tempo e a modelagem do clima a exemplo dos centros europeus e americanos. Essa proposta, que expressava uma noção de desenvolvimento baseada na ideia de superar a dependência dos países desenvolvidos através do fortalecimento da ciência nacional, encontrou ambiente favorável no então recém-criado, em 1985, Ministério da Ciência e da Tecnologia (MCT). Sustentado pela experiência e pela influência política de pesquisadores do INPE, o CPTEC foi inaugurado em 1994 e hoje é considerado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) um dos centros mais importantes da América Latina.<sup>2</sup>

Estudos a respeito do desenvolvimento da moderna Meteorologia e das pesquisas em mudanças climáticas nos Estados Unidos e Europa associam os avanços científicos e tecnológicos nessas áreas a contextos históricos, políticos e culturais que, na sua confluência, constroem e disseminam tais conhecimentos. Historiografias e análises políticas sobre o tema enfatizam o papel das instituições científicas e dos acordos políticos internacionais no desenvolvimento da pesquisa e da governança dos problemas climático-ambientais.<sup>3</sup> De modo geral, os estudos sociais dedicados à compreensão da relação entre ciência, tecnologia e clima enfatizam que as questões político-climáticas em suas diferentes escalas precisam ser tratadas de forma conjunta como problemas de ordem científica, política, econômica e social.<sup>4</sup>

A breve historiografia da criação do CPTEC proposta nesse artigo pretende indicar como o engajamento de cientistas no processo de elaboração e efetivação do centro esteve ambientado em contextos políticos mais amplos que configuraram condições para a sua implementação. Essa reflexão reconhece a importância da noção de controvérsia na análise das relações entre a ciência e o contexto social.<sup>5</sup> Assim, busca-se aqui analisar como as disputas presentes na comunidade de pesquisa em meteorologia condicionaram o desenvolvimento das políticas científicas relativas à climatologia. De forma associada, condicionaram ainda as políticas climáticas, fortemente relacionadas à pesquisa sobre clima e seu desenvolvimento.

A análise aqui apresentada tem como principal fonte de dados entrevistas de documentos e revisão bibliográfica. Foram utilizadas informações obtidas em 40 entrevistas realizadas no período de 2012 à 2013 com pesquisadores, diretores e políticos associados à história do CPTEC. Além disso, são utilizados dados de matérias de jornais e revistas nacionais que documentaram eventos relacionados ao centro e discutidos nessa pesquisa. Também foram colhidos dados de materiais disponíveis na biblioteca e no site do CPTEC como atas de reuniões, dossiês administrativos, relatórios técnicos e vídeos de eventos realizados pelo centro nos quais questões pertinentes aos objetivos da pesquisa foram tratadas.

A pesquisa mostra que o incentivo à produção autóctone de infraestruturas de pesquisa e previsão meteorológica no CPTEC acontece em um contexto de país periférico no sistema científico global. O que fica claro é que o desenvolvimento dessas atividades científicas no Brasil acontece por meio de disputas na comunidade de pesquisa meteorológica em torno de recursos escassos à pesquisa. Nesse processo, os grupos de pesquisa envolvidos procuram legitimar investimentos em supercomputação, contratação e formação de especialistas em modelagem climática

tentando convencer atores do governo de que estudos e previsões meteorológicas são imprescindíveis para políticas públicas que dependem do clima. Essas estratégias procuram produzir o alinhamento das agendas de pesquisa meteorológica com objetivos e visões macro políticas do governo. Dessa forma, a análise das trajetórias e disputas internas da comunidade de pesquisa no que diz respeito às prioridades do campo da pesquisa meteorológica no Brasil revela como grupos científicos nacionais buscam legitimar suas agendas de pesquisa e superar obstáculos para inserir-se no sistema científico global.

## CPTEC – idealização, planejamento e implementação

O desenvolvimento da área de operação e pesquisa em previsão numérica do tempo e clima no Brasil é relativamente recente se comparado a países europeus e aos Estados Unidos. Enquanto esses países tiveram suas primeiras experiências de previsão numérica operacional em meados da década de 1950,<sup>6</sup> o Brasil iniciou suas primeiras atividades de modelagem na década de 1970 através do Projeto Meteorologia por Satélite (MESA), do INPE, e a experiência em previsões numéricas, de forma operacional em 1994 com a inauguração do CPTEC no mesmo instituto.

Em linhas gerais, pode-se dizer que o início das previsões numéricas do tempo no Brasil seguiu uma orientação política semelhante à de outros países menos desenvolvidos na década de 1970.<sup>7</sup> Tal orientação estava baseada na convicção de que o desenvolvimento científico e tecnológico nacional permitiria alcançar o nível de desenvolvimento dos países mais desenvolvidos. Como veremos, o incentivo a produção autóctone do conhecimento meteorológico no Brasil adquiriu um sentido utilitário aliado às políticas de desenvolvimento econômico e a macro visões de soberania do Estado alimentadas, inicialmente, por órgãos do governo militar.

38

No governo militar, projetos das ciências naturais e exatas, e das engenharias que se alinhavam com a visão modernizadora do regime obtiveram grande incentivo do Estado.<sup>8</sup> Tais incentivos visavam vencer obstáculos como a baixa formação de pessoal qualificado em diversas áreas da ciência e a insuficiente infraestrutura para a pesquisa. Nesse sentido, a política científica e tecnológica da época investiu nos planos de carreira de pesquisadores através do financiamento de bolsas de pós-graduação no exterior e na compra de novos equipamentos para o uso científico.<sup>9</sup>

Nesse contexto, no início da década de 1970, meteorologistas e climatologistas do INPE, realizaram doutorado principalmente nos Estados Unidos e, ao retornarem, iniciaram um processo de convencimento do governo brasileiro de pôr fim a um atraso da previsão numérica do tempo tentando sensibilizar dirigentes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Até o início dos anos 1990, as previsões de clima fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e também pelo próprio INPE eram produzidas através de métodos estatísticos. Esse tipo de previsão já havia sido superado pelos centros europeus e norte-americanos que operavam através de métodos baseados em estudos da dinâmica dos fluídos, combinando o conhecimento das leis físicas com técnicas de cálculo numérico e de computação.

O INMET, a instituição brasileira mais antiga em Meteorologia, dedicava-se à instalação e manutenção da rede nacional de estações meteorológicas. Era também responsável pelo sistema de telecomunicações e de informação internacional para o recebimento e envio de dados meteorológicos através da OMM. Vinculado ao Ministério da Agricultura, o INMET sempre teve como incumbência gerar e disseminar previsões agrometeorológicas. Embora fosse a instituição mais tradicional da Meteorologia brasileira, não dispunha de pessoal especializado para implementar a previsão numérica haja vista os poucos cursos, na época, de graduação e de pós-graduação em Meteorologia no país.<sup>10</sup>

O Instituto de Atividades Espaciais, do Centro Técnico Aeronáutico (CTA – atual Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial), era outra instituição de pesquisa meteorológica. Conduzia pesquisas climáticas com base empírico-estatísticas e dispunha de pelo menos dois grandes projetos: o Moclima, que se propunha à modificação artificial do clima, e o Modart, de modificação artificial do tempo.

Entretanto, foi na Meteorologia do INPE, no início da década de 1970, que a criação de um centro moderno de previsão numérica do tempo começou a ser idealizado por lideranças internas.<sup>11</sup> A ideia tomou impulso com o retorno de pesquisadores que se doutoravam em universidades e centros do exterior, onde puderam acompanhar a rotina das modernas previsões numéricas do tempo e clima. Segundo Meira Filho<sup>12</sup>, Lynaldo Cavalcanti de Albuquerque, presidente do CNPq, entre 1980 e 1985, foi um dos primeiros a defender a criação do CPTEC.<sup>13</sup>

No final dos anos 1970, as atenções do governo brasileiro para os problemas relacionados ao tempo e ao clima dirigiam-se aos impactos das chuvas intensas e geadas no Sul e Sudeste do país e, principalmente, à seca na região Nordeste. A possibilidade de previsões meteorológicas mais precisas era vislumbrada pelos governos federal e estaduais como um instrumento poderoso ao monitoramento desses riscos. A modernização dos serviços meteorológicos deveria atender a demandas sociais e de setores econômicos, como agricultura, transporte e energia. Desse modo, uma das principais oportunidades a partir da qual a ideia da modernização da meteorologia ganhou fôlego aconteceu durante encontros científicos que discutiram a previsão de secas para o Nordeste, entre o final dos anos 1970 e início dos 80, promovidos pelo Programa do Trópico Semiárido (PTSA), do CNPq.<sup>14</sup> Em um destes eventos, realizado no INPE, foi finalizada a elaboração do Projeto Previsão Numérica de Secas, que ficou sob a coordenação do INPE. Em decorrência desse trabalho, o CNPq solicitou uma proposta mais abrangente para o mesmo projeto.<sup>15</sup>

Portanto, os esforços de convencimento das autoridades políticas para investir na implantação da modelagem numérica no país se concentraram, num primeiro momento, na possibilidade de se prever a estação chuvosa do Nordeste, castigado por secas que estavam associadas a latentes problemas sociais. Ainda assim, tal metodologia de previsão climática ressentia-se de legitimidade no âmbito científico e político. No início dos anos 1980, embates entre diferentes grupos de pesquisa, adeptos de diferentes metodologias, levaram a discussão do tema para fora do âmbito da comunidade de pesquisa.

Um desses embates se tornou público ao ganhar as páginas dos principais jornais e revistas do país. O Departamento de Meteorologia do INPE criticou a previsão de seca divulgada em 1979 pela Divisão de Ciências Atmosféricas do IAE, que havia previsto sete anos de estiagem para a Região Nordeste.<sup>16</sup> Ainda na mesma época, pesquisadores do INPE criticaram outros dois projetos, o Moclima e Modart, ambos do IAE, alegando a ineficiência dos métodos defendidos nestes projetos para atenuar a seca no Nordeste. O caso das previsões baseadas em diferentes métodos, segundo matéria da Revista *Isto É*,<sup>17</sup> foi parar no Conselho de Segurança Nacional, uma das instâncias de maior poder político na época,<sup>18</sup> onde os dois lados puderam apresentar suas defesas e argumentos. O caso também foi discutido em sessões do Senado, que tenderam a apoiar os projetos do IAE para minimizar os efeitos da seca.<sup>19</sup> Curiosamente, apesar destas disputas, as duas instituições não deixaram de trabalhar em conjunto e compartilhar recursos como a infraestrutura computacional.

De acordo com José Paulo Bonatti, pesquisador do INPE envolvido na implantação do primeiro modelo operacional do CPTEC, “os primeiros modelos conceituais brasileiros foram criados na Meteorologia do INPE e rodados no supercomputador do Centro Técnico Aeroespacial (CTA)”. Estes trabalhos, que ambicionavam a previsão de modo operacional, eram conduzidos nos anos 1980 por um pequeno grupo de pesquisadores, entre os quais Marco Antonio Maringolo Lemes, que atuava na pesquisa de modelagem desde a década anterior e que já havia realizado visitas técnicas aos principais centros de modelagem nos Estados Unidos e Japão. Ao final da década de 1980, Maringolo Lemes junto com José Paulo Bonatti, Yoshihiro Yamazaki, Sérgio Henrique Franchitto e José Carlos Rodrigues rodavam diariamente previsões numéricas do tempo de modo experimental.<sup>20</sup>

Segundo Bonatti, o INPE já reunia neste período massa crítica suficiente para se lançar a um projeto mais ambicioso de previsão numérica e modelagem climática. Essa massa crítica não era formada somente por pesquisadores brasileiros, mas também por cientistas indianos convidados, no início dos anos 1970, para atuar na pesquisa, pós-graduação e na formação de novos meteorologistas.<sup>21</sup> Muitos deles permaneceram no INPE nas décadas seguintes e, se não atuaram diretamente na constituição do CPTEC, foram fundamentais na introdução e disseminação de conhecimentos da física da atmosfera, dinâmica de fluídos e termodinâmica, com uso de métodos matemáticos, disciplinas cujo domínio seria essencial ao início da pesquisa e do desenvolvimento da previsão numérica do tempo e clima no Brasil.

No contexto nacional da C&T, os anos 1980 foram de forte mobilização do setor acadêmico, nos principais centros de pesquisa do país, sob a liderança da SBPC (Sociedade para o Progresso da Ciência), associações, sociedades e entidades representativas de pesquisadores e professores de ensino superior.<sup>22</sup> Havia uma forte reivindicação na época pela expansão e melhoria da infraestrutura e das condições de trabalho para o ensino superior, pós-graduação e pela ampliação dos recursos para a pesquisa científica e tecnológica.<sup>23</sup>

Em 1985, foi criado o Ministério da Ciência e Tecnologia (hoje Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI), ao qual o INPE passou a ser vinculado. Renato Archer assumiu a pasta de C&T. A orientação das políticas científicas do novo ministério se manteve fortemente desenvolvimentista. Tal orientação pode ser detectada no discurso de posse de Archer que declarou que a missão do MCT seria “conduzir o Brasil de ontem ao Brasil de amanhã” e “romper com um histórico de dependência científica e tecnológica com outros países”.<sup>24</sup> Para tanto, o novo Ministério estabeleceu como prioridade a criação de novos institutos e centros de pesquisa, entre os quais o CPTEC.<sup>25</sup>

Segundo Marco Antonio Raupp,<sup>26</sup> na época diretor do INPE, a partir desta decisão foram necessários entendimentos para se criar condições políticas que viabilizassem o CPTEC.<sup>27</sup> Também foi preciso alterar a legislação sobre a Comissão Nacional de Meteorologia (CONAME), passando a vinculá-la ao MCTI, que ficou com a sua presidência.<sup>28</sup> Este mesmo decreto incluiu entre as atribuições do MCTI “desenvolver e operar modelos de previsão de tempo a curto, médio e longo prazos, disseminando informações meteorológicas aos órgãos operacionais setoriais da Meteorologia Nacional”. Seria um dos primeiros passos, em termos de políticas oficiais, para concretizar o que viria a ser o CPTEC.

Um mês depois, o MCT instituiu um grupo de trabalho presidido por Raupp que contava com representantes de diferentes instituições meteorológicas do país com a finalidade de reorganizar a Meteorologia do INPE, incluindo a criação do CPTEC e seu funcionamento. O documento produzido por este grupo de trabalho,<sup>29</sup> embora tenha sugerido a subdivisão da Meteorologia do INPE em três centros distintos,<sup>30</sup> ficou conhecido internamente por pesquisadores da área como a “Bíblia do CPTEC”, tendo sido aprovado em abril de 1987 pelo presidente José Sarney (1985-1989).<sup>31</sup>

40

A partir deste momento, iniciou-se um período de transição no qual se definiu e planejou a implementação do CPTEC, incluindo a especificação do supercomputador que deveria ser utilizado para fornecer as previsões de tempo. Tiveram participação decisiva neste processo o pesquisador Luiz Gylvan Meira Filho que retornava ao INPE, em 1987, para assumir a chefia do CPTEC, após uma passagem pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). Na OMM, Meira Filho trabalhou junto a um dos precursores da previsão numérica do tempo e clima, Joseph Smagorinsk, que lhe auxiliou na proposta original de criar um centro internacional de previsão numérica do tempo para a América Latina. A iniciativa não deu resultados, mas alguns anos depois culminou na proposta do CPTEC.<sup>32</sup>

Na especificação do que seria o novo supercomputador do CPTEC, atuaram, além de Meira Filho, Jairo Panetta, do Centro Técnico Aeroespacial (CTA), com experiência em sistemas computacionais de alto desempenho; e o pesquisador Pedro Dias, da USP, que estivera por um ano no *National Meteorological Center* (NMC – atual *National Centers for Environmental Prediction* – NCEP), dos Estados Unidos.<sup>33</sup> Alguns anos depois, Dias se tornaria chefe do CPTEC na fase preliminar de planejamento e implantação, entre 1988 e 1990. Neste período, outros pesquisadores, como Antonio Divino Moura e Marco Antonio Maringolo Lemes, tiveram uma importante atuação para a concretização do centro. Em 1980, os dois cientistas defenderam em uma reunião científica da SBPC, a importância de se implementar a previsão numérica do tempo e clima no Brasil.<sup>34</sup>

Ainda durante o período de elaboração da “Bíblia do CPTEC”, entre 1986 e 1987, pesquisadores do INPE foram enviados ao *Met Office*, do Reino Unido, Centro Europeu de Previsões de Tempo de Médio Prazo (ECMWF), em Reading, na Inglaterra, e ao NCEP, nos Estados Unidos, para conhecer o funcionamento destes centros. Decidiu-se que o modelo institucional a ser adotado no CPTEC seria um similar ao do ECMWF, cuja estrutura de funcionamento sustentava-se em dois setores: operação e pesquisa, que deveriam atuar em conjunto, interagindo com o intuito de gerar e aperfeiçoar sistematicamente as previsões de tempo e clima.<sup>35</sup>

Meira Filho, ao assumir a chefia do CPTEC em 1987, comandou as negociações para a compra e importação do supercomputador, que esbarravam em fortes restrições internacionais ao Brasil, impostas pelo MTCR (*Missile Technology*

*Control Regime*) e também pelo TNP (Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares). Estes tratados inviabilizavam a venda de equipamentos de tecnologias sensíveis a países não integrantes do clube detentor de tecnologias nucleares de mísseis. Segundo Meira Filho (2012), tais obstáculos foram transpostos a partir de um longo processo de negociação para obter a licença de importação do supercomputador, que envolveu esforços diplomáticos do governo Fernando Collor de Melo (1990-1992) e Itamar Franco (1992-1994), junto às autoridades e ao congresso norte-americano.<sup>36</sup> Em abril de 1991, foi a vez das autoridades japonesas bloquearem a exportação do equipamento. O governo do Japão alegava a necessidade de se cumprir exigências de salvaguarda estabelecidas pelos tratados internacionais de uso de tecnologias sensíveis.<sup>37</sup> A liberação para a exportação do supercomputador só veio dois anos depois, em dezembro de 1993.<sup>38</sup>

Com a perspectiva de solução dos entraves da importação do supercomputador e de outros recursos para a construção do novo centro de previsão no INPE,<sup>39</sup> a etapa seguinte foi o envio de uma equipe de especialistas do CPTEC ao COLA (*Center for Ocean-Land Atmosphere Studies*), nos Estados Unidos, no início de 1994. O COLA cedeu seu modelo global e ofereceu treinamento em modelagem. Durante cinco meses, seis pesquisadores e modeladores – José Paulo Bonatti, Magda Abreu, Ana Gusmão, Marco Maringolo Lemes e mais dois analistas de sistemas – trabalharam na adaptação do modelo global do COLA a uma máquina SX-3 da NEC, disponibilizada remotamente de Houston, pelos fornecedores japoneses. Com os desenvolvimentos nos Estados Unidos, esta equipe ao retornar ao Brasil, em meados de 1994, iniciou a implementação do novo modelo no supercomputador do CPTEC.<sup>40</sup>

A experiência adquirida em modelagem ao longo de duas décadas, em associação a uma forte base em física atmosférica e matemática, constituída a partir da formação de uma massa crítica de cientistas produziu alicerces para o desenvolvimento da previsão numérica no CPTEC/INPE. Além disso, fatores políticos-institucionais foram essenciais nesse processo, dentre eles: uma cultura institucional estimulada pela busca constante para atingir os padrões de excelência internacionais nas pesquisas, cooperações estratégicas com os mais avançados centros mundiais de previsão do tempo e o apoio político do mais alto escalão do governo federal.<sup>41</sup> Esses fatores em conjunto, que condicionaram a capacidade científica do INPE, fizeram com que a implementação do CPTEC e dos seus diferentes modelos e serviços avançassem rapidamente.

Segundo pesquisadores entrevistados, no período de 1994 a 2007, o desenvolvimento dos modelos de circulação geral e regional só foi possível porque ocorreram novos investimentos em supercomputação. Parte desses avanços em infraestrutura computacional foi financiado pelo governo federal através do MCTI em convênio com a FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos, como o projeto denominado PROTIM – Projeto Tecnologia da Informação para Meteorologia.<sup>42</sup>

Os financiamentos obtidos para a compra de supercomputadores em 1998 e 2004, segundo Carlos Nobre (2013)<sup>43</sup> (então coordenador do CPTEC), foram facilitados por uma urgência percebida pelo governo federal na época: o risco das crises energéticas devido à falta de chuva, os chamados “apagões”. Nobre (2013) destaca que as áreas de geração e transmissão de energia hidrelétrica são grandes usuárias da previsão de tempo e clima pois, no contexto do dilema operacional típico de uma usina hidrelétrica, entre gerar energia ou reservar água para abastecimento, existe um papel fundamental exercido pela previsão de tempo e de clima sazonal. Isso porque, a definição e planejamento de uma usina hidrelétrica tem como base a média histórica da chuva para uma determinada região. De modo geral, as demandas por previsões climáticas e monitoramento hidrometeorológico por conta dos apagões deram grande atenção à Meteorologia brasileira naquele período.<sup>44</sup>

Mais uma vez, foi possível aos pesquisadores do INPE alinharem seus interesses ao planejamento político-econômico, legitimando os crescentes investimentos feitos na aquisição de equipamentos e ampliação de infraestrutura meteorológica. O CPTEC contava com pesquisadores de reconhecida experiência na área e articulados politicamente no MCTI, o que permitiu a obtenção de recursos para a modernização da infraestrutura computacional sob a justificativa de que se avançaria nas previsões para o setor elétrico. A relevância estratégica desse tipo de pesquisa, dessa forma, abarcava uma diversidade de interesses, que puderam assim ser traduzidos em termos da ampliação das capacidades de previsão meteorológica do INPE.

O coordenador do CPTEC na época, Carlos Nobre, ao tratar do assunto da compra dos supercomputadores afirmou que:

(...) para conseguir fazer a troca de supercomputadores nunca foi suficiente nas negociações com o governo argumentar que era preciso avançar em pesquisas sobre clima. Sempre foi preciso sustentar o pedido de investimento com a promessa de realização de algum produto meteorológico eficiente que atendesse a demandas econômicas e sociais. A compra do primeiro, segundo e terceiro supercomputadores foi sustentada pela necessidade de melhorar a previsão de tempo e realizar previsões climáticas para até três meses que são importantes para o setor elétrico e agricultura. Para o atual supercomputador (Cray) a justificativa foi que o Brasil precisaria produzir seus próprios cenários climáticos futuros para planejar suas ações frente as mudanças climáticas.<sup>45</sup>

Os investimentos em supercomputação, portanto, foram feitos no contexto de disputas por recursos limitados, estando assim associados a uma estratégia de convencimento dos atores políticos do governo federal de que certos produtos meteorológicos são necessários para realizar o planejamento de áreas estratégicas como energia e agricultura (fortemente dependentes do clima). Certamente, o fornecimento destes produtos pelo CPTEC nos períodos de crise energética e sua posição dentro do INPE/MCTI deram credibilidade e legitimidade a essas solicitações que foram atendidas.

Não obstante, os investimentos realizados no CPTEC durante o período de sua consolidação foram alvo de crítica de parte da Sociedade Brasileira de Meteorologia (SBMET). O principal argumento era que as atividades do CPTEC se sobrepunham as atividades do INMET, duplicando atividades e desperdiçando recursos. A proposta da SBMET era que se deveria trabalhar a consolidação de um Sistema Nacional de Meteorologia e Climatologia (SNMC) antes de se distribuir recursos. Este sistema designaria as funções de cada centro evitando a duplicação de investimentos e operações. Entretanto, esta iniciativa não obteve sucesso.

A partir dos novos investimentos em infraestrutura de supercomputação, houve avanços significativos na modelagem do CPTEC. Em 1996, foi implementado o modelo regional ETA, com cobertura da América do Sul. Esse modelo foi desenvolvido na Universidade de Belgrado, Iugoslávia, e aprimorado no NCEP, EUA. De acordo com Jankovic (2007), em 1994, dois consultores indicados pelo CPTEC foram enviados aos EUA para determinar qual seria o melhor modelo de alta resolução a ser adotado pela instituição, Pedro Leite Silva Dias e Maria Assunção Silva Dias. Eles indicaram o modelo ETA, que na época operava no centro norte-americano. No Brasil, as adaptações do sistema foram coordenadas pelo físico Prakki Satyamurty, então chefe do Laboratório de Meteorologia e Oceanografia do CPTEC e pela pesquisadora Chou Sin Chan que configurou o modelo para a América do Sul. Segundo os pesquisadores entrevistados, a instalação do ETA representou avanços em termos de confiabilidade e, sobretudo, de resolução, com previsões mais detalhadas.<sup>46</sup>

Novos desenvolvimentos foram feitos no modelo proveniente do COLA. Em 2002, foram implementadas novas técnicas numéricas no modelo global inserindo equações da dinâmica de fluídos em linguagem computacional (dinâmica do modelo) e representações de campos atmosféricos e climatológicos, como precipitação, pressão, escoamento do vento, temperatura e geopotencial (parametrizações físicas). Com isso o modelo passou a se chamar CPTEC/COLA. No ano de 2004, o modelo foi completamente modificado em sua parte dinâmica e física passando a se chamar MCGA CPTEC/INPE, o primeiro adaptado às condições brasileiras e da América do Sul.

Outro modelo regional desenvolvido no CPTEC foi o BRAMS (*Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modelling System*) um modelo de previsão do tempo com funcionalidades ambientais que incorpora as emissões de partículas e gases de queimadas e poluição dos centros urbanos. O desenvolvimento desse modelo foi iniciado durante o programa de doutorado dos pesquisadores Saulo R. Freitas e Karla M. Longo no Instituto de Física da USP, sob a supervisão da Professora Maria Assunção Silva Dias e do professor Paulo Artaxo.<sup>47</sup>

Além disso, um sistema de monitoramento operacional em tempo real foi implementado em 2003 usando o modelo de transporte CATT-BRAMS acoplado ao modelo de previsão do tempo e qualidade do ar. Este modelo é capaz de prever a trajetória de plumas de gases e partículas associadas a queimadas em floresta tropical, cerrado e pastagem. O CATT – BRAMS se tornou um dos desenvolvimentos brasileiros que mais se destacou no exterior, sendo utilizado de modo operacional em centros internacionais.<sup>48</sup>

Na trajetória do CPTEC descrita até aqui, destacam-se três fatores político-institucionais que condicionaram sua criação e consolidação. O primeiro deles, o alinhamento da comunidade de pesquisa com grupos políticos no governo em torno da ideia de autonomia científica. Esse alinhamento se dava em torno da percepção compartilhada de que o desenvolvimento tecnocientífico é precursor necessário do desenvolvimento socioeconômico. Por isso, seria fundamental desenvolver determinados projetos científicos como condição de superação do atraso e da dependência tecnológica e social dos países desenvolvidos. Esse fator impulsionou as iniciativas de desenvolvimento nacional de modelos e do sistema de previsão numérica do tempo e clima, em detrimento de outras iniciativas advindas do campo meteorológico brasileiro, como discutido acima.

O segundo fator é o engajamento dos pesquisadores do INPE em questões socioambientais de grande interesse de sucessivos governos, como as secas na região nordeste e os apagões do setor elétrico. Em sua estratégia de convencimento dos atores políticos, os pesquisadores ajudaram a legitimar os seus pleitos por mais recursos e apoio ao prometer como resultado de suas pesquisas o maior realismo e precisão das previsões do tempo e clima para o Brasil, auxiliando assim o planejamento político-econômico do Estado. Essa busca pela legitimação das pesquisas sobre clima, especificamente aquelas de previsão, a partir da relação com políticas públicas variadas foi também importante para consolidar tanto o crescente investimento nos modelos climáticos, quanto em políticas que se fundamentavam nessa capacidade preditiva.

O terceiro fator, diz respeito a capacidade desses pesquisadores influenciarem políticas científicas que atendem às suas próprias demandas e agendas de pesquisa. Orientados pela trajetória de centros meteorológicos europeus e norte-americanos, pesquisadores do INPE fizeram suas escolhas em relação aos rumos que a pesquisa meteorológica deveria seguir no Brasil, defendendo que a modernização dessa área dependeria da capacidade de desenvolvimento interno de modelos climáticos e da previsão numérica do tempo e clima. Para isso, eles se mobilizaram junto a comunidade científica a favor de melhores condições e incentivos à pesquisa científica no Brasil.

43

## Transformações e controvérsias no contexto das políticas internacionais das mudanças climáticas

No período atual, as atividades do CPTEC, bem como sua função no sistema meteorológico nacional, são objeto de discussão entre os pesquisadores do centro. Na falta de um número adequado de especialistas na área de modelagem, pesquisa e desenvolvimento, em quais atividades de pesquisa e operação meteorológica as atividades do centro devem se concentrar? Atender as demandas por serviços de previsão meteorológica de curto e médio prazos deve ser prioridade em relação às novas agendas científicas e governamentais das mudanças climáticas? Diante das limitações para atender a essas demandas, será ainda possível manter os planos de produzir modelos de tempo e clima sazonal de maneira autônoma e concorrer com os centros de países desenvolvidos? Nesta sessão, discute-se como tais problemas surgem numa nova condição da política ambiental e científica do Estado brasileiro pautada pelo Regime Internacional de Mudanças Climáticas.

Entende-se aqui por Regime Internacional de Mudanças Climáticas (RIMC) uma série de convenções internacionais que ilustra uma visão dominante de “descarbonização” da economia global e prevenção dos impactos relacionados à mudança do clima, tais como a (UNFCCC) Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (1992) e o protocolo de Kyoto (1997). Nesse regime, o trabalho do IPCC de avaliar e compilar o conhecimento climático internacional tem sido central. Ao reunir uma comunidade de pesquisa internacional, o painel tem pautado agendas de pesquisa climática e orientado esforços para ações de mitigação e adaptação às mudanças do clima em todo o mundo.<sup>49</sup>

Nesse contexto, o governo brasileiro orientou geopoliticamente sua agenda de política internacional para a conquista de uma posição de liderança dos países emergentes nas questões climáticas.<sup>50</sup> A aspiração do governo brasileiro de

alcançar tal posição precisou da formulação de novas políticas ambientais e científicas para contemplar as mudanças climáticas como objeto de conhecimento e governo.<sup>51</sup> Como veremos, tais formulações implicam na rearticulação de atividades de grupos de pesquisa no INPE, as quais impactam nos rumos anteriormente definidos para o CPTEC. Trata-se, portanto, de novas correlações entre políticas de Estado e iniciativas de grupos científicos. Para a análise dessas correlações, iniciaremos apresentando uma breve trajetória das políticas científicas das mudanças climáticas no Brasil.

A partir da realização da conferência RIO 92, o governo assinou a Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima. Entretanto, somente em 2007 surgiu o Plano Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC – Decreto 6.263) e a promulgação, em 2009, da Lei 12.187 que estabelece a Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC). Aliado a esta política, foi criado o Fundo Nacional sobre Mudanças do Clima (Fundo Clima) (Lei n° 12.114/2009), com a finalidade de financiar projetos, estudos e empreendimentos para a mitigação e adaptação aos efeitos das mudanças climáticas. Entendendo que a mudança global do clima é um dos mais significativos desafios da atualidade, o PNMC e o Fundo Clima estabeleceram metas a diversos setores da economia e também às instituições de ensino e pesquisa.

Contemplados nas metas do PNMC, o desenvolvimento de modelos para as mudanças climáticas foi reconhecido pelo governo brasileiro como essencial para a compreensão dos processos físicos, sociais e ecológicos em sua dinâmica que rege o clima regional e global.

*Quando se considera a questão de mudança no clima no Brasil, depara-se com o problema da falta de cenários confiáveis do futuro possível do clima no país, que tem grandes proporções[...]. Para a elaboração desses estudos há a necessidade de desenvolvimento de modelos de mudança de clima de longo prazo.<sup>52</sup>*

Aliado a essa política, o MCTI junto à FINEP lançou em 20 de novembro de 2007 o projeto da Rede Clima.<sup>53</sup> Segundo o primeiro edital do projeto, as atribuições da Rede incluem a articulação das várias instituições brasileiras e internacionais em um trabalho cooperativo com vistas à mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Além disso, a Rede deveria ser uma fonte de dados para apoiar a diplomacia brasileira nas negociações sobre o regime internacional de mudanças do clima.<sup>54</sup>

44

Associado à Rede Clima, foi criado em 2008, pelo MCTI, o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas (INCT). Esta iniciativa teve como objetivo promover uma articulação entre os programas de fomento do CNPq, CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) para as mudanças climáticas e a Rede Clima. Dessa forma, o INCT foi estruturado para produzir uma base científica para o Plano Nacional sobre Mudanças do Clima.<sup>55</sup>

*Particularmente no estado de São Paulo, o Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais tem sido o responsável por grande parte dos investimentos para a expansão das pesquisas sobre mudanças climáticas. Criado em agosto de 2008, o programa previu para um período de dez anos o investimento de R\$ 100 milhões em projetos de pesquisa básica e interdisciplinar para a avaliação de riscos e adaptação às mudanças climáticas.<sup>56</sup>*

Essa nova leva de políticas científicas e programas de incentivo às pesquisas sobre mudanças climáticas provocou modificações institucionais dentro do INPE que afetaram o CPTEC. É importante destacar que as secretarias executivas da Rede Clima e do INCT para as mudanças climáticas foram instaladas no INPE. Fato que sinalizou um incentivo à reconfiguração das áreas de pesquisa de tempo e clima na instituição. Uma das primeiras ações do MCTI foi a criação do Centro de Ciências do Sistema Terrestre (CCST) na sede do INPE em 2008. Esse centro foi criado para o desenvolvimento da modelagem das mudanças climáticas na escala de dezenas a centenas de anos. Os objetivos da criação do centro, conforme descritos em seu site,<sup>57</sup> estão ligados à elaboração da Política e do Plano Nacional de Mudanças Climáticas, bem como à coordenação do Programa FAPESP para as mudanças climáticas. A produção de conhecimento do Centro, fortemente focada no tema das mudanças climáticas, é financiada em grande parte pelo INCT, FAPESP e Rede Clima.

Uma segunda ação do MCTI foi a criação do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) em 2011. A grande justificativa e motivação para a criação deste Centro foram os deslizamentos de encostas que ocorreram em 12 de janeiro de 2011, causando centenas de mortos e desabrigados na região serrana do estado do Rio de Janeiro. O governo federal lançou então o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres Naturais com financiamentos de infraestrutura através do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), no qual prevê a operação integrada do CEMADEN no MCTI e do Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD) para ações de monitoramento e resposta. Esse novo ator ligado a Meteorologia dentro do MCTI foi instalado inicialmente do lado do CPTEC em Cachoeira Paulista (SP).

A criação desses dois centros, o CCST e o CEMADEN, colocou em questão qual deveria ser a posição do CPTEC enquanto órgão de previsão do tempo e estudos climáticos. A percepção dos efeitos dessa nova leva de políticas e medidas adotadas pelo MCTI que impacta o centro é controversa entre os pesquisadores do INPE.

A principal controvérsia se refere à falta de um número adequado de especialistas na área de modelagem, pesquisa e desenvolvimento para atender diferentes demandas de estudo para a melhoria da previsão do tempo e clima. Um diagnóstico feito em 16 de julho de 2012 pelo então coordenador geral do CPTEC, Osvaldo Moraes, em uma apresentação ao ministro do MCTI na época, Marcos Raupp, apontava uma escassez de recursos humanos como obstáculo para melhorar a qualidade dos modelos de previsão do Centro.<sup>58</sup> Segundo o coordenador, dos 330 funcionários do CPTEC, apenas 77 seriam servidores públicos concursados. “Todo o pessoal que trabalha com previsão climática são servidores públicos temporários e na divisão de operação apenas 1 servidor é concursado”. Em entrevista realizada com o coordenador para essa pesquisa,<sup>59</sup> ele destacou que “isso remete a um sério problema relacionado a flutuação de profissionais que demandam longo tempo de treinamento”, mas que, devido à falta de concursos públicos, “acabam migrando para outras instituições que lhes oferecem empregos com maior estabilidade”.

Na maioria das entrevistas conduzidas com pesquisadores do CPTEC surgiu a preocupação com o desmantelamento das equipes do Centro por falta de concurso público. O coordenador da pós-graduação em Meteorologia do INPE e ex-chefe da Divisão de Modelagem e Desenvolvimento, Dirceu Herdies, destacou que “há um ciclo que não se completa” entre a pós-graduação, pesquisa e operação no CPTEC.

*Nós conseguimos formar mestres e doutores, mas somente com bolsas de estudo não conseguimos mantê-los no Centro por muito tempo. Quando surgem concursos em outras instituições – às vezes em instituições que não têm relação alguma com a Meteorologia – o profissional presta concurso e abandona o Centro.<sup>60</sup>*

O coordenador conclui que o problema da falta de pessoal resulta na perda de destreza dos modelos e, conseqüentemente, perda de competitividade dos produtos meteorológicos oferecidos pelo CPTEC. Com relação a esse diagnóstico, foi possível perceber nas entrevistas uma controvérsia entre equipes dentro do Centro a respeito da proposta de implementar modelos desenvolvidos em centros europeus e americanos que estão no estado da arte da modelagem climática. O impasse diz respeito à autonomia da pesquisa em modelagem no Brasil frente a uma possível dependência dos desenvolvimentos em modelagem realizados em centros do exterior. Alguns grupos defendem a entrada do CPTEC em consórcios de universidades e centros europeus e americanos que realizam pesquisas em um mesmo modelo de forma comunitária. Outra parte dos pesquisadores discorda, afirmando que possuir autonomia no desenvolvimento de seus próprios modelos é uma questão de segurança nacional sem a qual o Brasil estaria à mercê de outros países para produzir suas próprias previsões. Apesar dessa divisão de opinião entre grupos, a posição que prevalece, segundo alguns dos entrevistados, e que advém do MCTI, é a de continuar investindo no desenvolvimento de modelos brasileiros.

Alguns pesquisadores percebem que a situação de perda de destreza dos modelos e perda de competitividade das previsões é agravada com a criação de novos centros para pesquisas em mudanças climáticas e desastres naturais. Com a criação do CCST pelo INPE, parte dessa pequena equipe de modelagem numérica e de operação deslocou-se para o CCST tornando mais grave o problema da indisponibilidade de recursos humanos especializados no CPTEC. Com

a criação do CEMADEN, instalado a poucas centenas de metros do prédio do CPTEC, uma parte da equipe prestou concurso público para a nova instituição tornando o problema ainda maior.

Além disso, o surgimento do CEMADEN na área de monitoramento meteorológico, previsão numérica e modelagem climática é percebido por pesquisadores que se dedicam a desenvolvimentos em modelagem relacionados às previsões de curto e médio prazo como uma duplicação de operações dentro do contexto da Meteorologia nacional. Críticos apontam uma falta de planejamento para coordenar e articular as atividades deste centro com os já existentes.

Esse grupo contrário à criação de novos centros de pesquisa no INPE, quando questionado a respeito do impacto das pesquisas sobre mudanças climáticas na Meteorologia nacional, afirma que essas pesquisas são muito importantes, mas que a Meteorologia no Brasil teria muitas outras prioridades em pesquisas de escalas temporais menores que cem anos, que estariam sendo negligenciadas. Segundo eles, as agências de fomento à pesquisa têm privilegiado temas relacionados diretamente as mudanças climáticas. Dois dos entrevistados destacaram que a FINEP exerceu no passado um papel de fomento e indução de áreas de pesquisa em Meteorologia através de editais específicos para a área, mas que nos últimos anos não tem havido editais e o setor representado por universidades, centros de pesquisa, centros estaduais de Meteorologia vem sofrendo com a falta de continuidade dos projetos. Também foi declarado nessas entrevistas que o CNPq, apesar de ter mantido editais universais que alimentam alguns projetos de pesquisas em Meteorologia, não tem dirigido o foco para assuntos percebidos pelos entrevistados como prioritários para área, dentre eles a previsão sazonal e intrasazonal. A ênfase dos financiamentos, portanto, está nos tópicos sobre mudanças climáticas que tem recebido atenção da FAPESP, Rede Clima, entre outros editais estaduais.

Contrário a esse ponto de vista, outro grupo de meteorologistas ligados às pesquisas em mudanças climáticas afirma que a criação do CCST e do CEMADEN não promoveu divisão de recursos, mas ao contrário alavancou maiores recursos para o CPTEC e para a Meteorologia brasileira de modo geral. Segundo eles, trata-se de “um processo de horizontalização e distribuição das tarefas que são muito maiores do que cada um desses centros isoladamente”. Afirma-se que a criação desses centros corresponde a uma nova “ruptura de paradigma na Meteorologia nacional”.

46

O paradigma anterior, afirmam, foi a construção do CPTEC que, quando instalado, recebeu muitas críticas dentro e fora do INPE, pois temia-se que fossem desviados os recursos das universidades que já eram insuficientes. Nesse raciocínio, a mesma coisa teria ocorrido com CCST, pois elementos dentro e fora do INPE advogavam que ocorreria novamente divisão de recursos. Os pesquisadores que defendem a criação dos novos centros afirmam nas entrevistas que o CCST e o CEMADEN expandem a abrangência da atuação do CPTEC ao realizarem tarefas multidisciplinares para tratar da questão do clima em dimensões que não estão no mandato do CPTEC. Segundo essa visão, os novos centros constituem um novo paradigma de governança climática no Brasil, ainda mal compreendido por parte da comunidade meteorológica nacional.

Os entrevistados desse grupo também discordam de que os investimentos em pesquisas sobre mudanças climáticas têm retirado recursos das áreas de pesquisa relacionadas a Meteorologia operacional. Em primeiro lugar, eles destacam que os recursos advindos dos novos programas de pesquisa sobre mudanças climáticas beneficiaram diretamente o CPTEC. Em um primeiro momento, com a compra do novo supercomputador CRAY XE6, instalado no centro em 2010, que teve um terço do custo financiado pelo programa FAPESP sobre mudanças climáticas e outros dois terços bancados pelo MCTI. Em um segundo momento, afirma-se que os recursos destinados às pesquisas em mudanças climáticas que financiam projetos do INPE como o BESM (sigla em inglês para o projeto do Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global), tem beneficiado o CPTEC no desenvolvimento dos seus modelos. Além dos modelos, auxiliaram também a aumentar a oferta de pessoal especializado mantido com bolsas da Rede Clima e contratos facilitados pelo INCT para mudanças climáticas. Segundo um dos entrevistados, o projeto do BESM, por exemplo, “aporta seis pesquisadores contratados especificamente para desenvolver melhorias no modelo atmosférico global do CPTEC”.

A análise dessa divergência entre grupos esclarece a disputa no INPE em torno das prioridades de suas operações e do direcionamento de suas pesquisas. Nesse contexto, busca-se rever o papel do CPTEC junto ao contexto institucional e político atual do INPE/MCTI. Uma possível reestruturação do Centro é marcada por disputas que ultrapassam os muros

da instituição, pois estão relacionadas ao direcionamento de investimentos públicos em C&T na contratação de novos servidores públicos, na ampliação das infraestruturas dos centros no INPE e na abertura de linhas de financiamento à pesquisa em certas temáticas da Meteorologia.

Como argumentou-se acima, os avanços científicos e tecnológicos do CPTEC foram condicionados pelas particularidades institucionais internas e pelo contexto político maior no qual a política científica do MCTI se insere atualmente. Nesse contexto, as mudanças climáticas globais ganharam a atenção do governo, criando uma janela de oportunidade para que grupos científicos do INPE dedicados a essas pesquisas alinhassem seus interesses de pesquisa aos novos interesses de setores do governo federal. Novamente, percebe-se que o engajamento de pesquisadores nas questões socioambientais de Estado tem sido um fator importante na definição das políticas científicas para Meteorologia. No entanto, tal engajamento não é unidirecional, mas marcado por disputas em torno das políticas científicas, agendas de pesquisa e da distribuição de recursos para a Meteorologia.

## Conclusões

Este artigo, ao narrar a história da construção do CPTEC, além de identificar linhas antagônicas em meio ao campo científico da Meteorologia, indicou que o desenvolvimento da Meteorologia no Brasil está intimamente ligado ao plano de políticas articuladas em diferentes níveis, com vínculos que podem se situar fora deste campo científico. O primeiro nível refere-se à dimensão do Estado como financiador e regulador dos institutos e centros meteorológicos nacionais, cujos interesses específicos no desenvolvimento científico do país estão, em determinadas situações, correlacionados a outras políticas, como a ambiental e de política externa. Neste sentido, o governo, através dos ministérios e agências de fomento, interfere diretamente nas condições de pesquisa e operação em Meteorologia, ao financiar sua infraestrutura e estimular pesquisas em determinadas áreas.

O segundo nível, refere-se ao plano institucional no qual se situam divergências entre os pesquisadores quanto à direção pela qual deve seguir a Meteorologia brasileira. Divergências que não se resumem à direção dos recursos públicos à pesquisa, mas de certa maneira expressam diferentes noções de como conduzir a Meteorologia para o desenvolvimento nacional. Isso se revela na escolha por desenvolver modelos próprios frente a opção de importá-los e/ou desenvolvê-los em cooperação internacional. Controvérsias também se evidenciam no embate que se estabelece tendo em vista a criação de centros multidisciplinares, cujas pesquisas focam nas mudanças climáticas e o monitoramento de eventos climáticos extremos, em contraposição à perspectiva de melhorias infraestruturais e de fomento a pesquisas direcionadas à melhoria das previsões de curto e médio prazo.

Pelas diferentes visões presentes nas controvérsias descritas neste artigo, é possível perceber a forte articulação entre os dois níveis mencionados acima e, principalmente, uma maior interpenetração e coerência entre a visão que defende, ao nível institucional, o desenvolvimento de modelos climáticos próprios e àquela que busca, em outra esfera da política governamental, suprir necessidades e condições que possibilitem sustentar posições de política externa nos fóruns internacionais das mudanças climáticas. Nestas instâncias internacionais, é considerado imprescindível contar com uma ciência cuja estatura e dimensão devam situá-la num patamar próximo ao dos países desenvolvidos. Do mesmo modo, percebe-se que a criação de um centro de monitoramento e prevenção de desastres naturais também se assenta a uma agenda de política governamental, cujos interesses estão atrelados a dimensões sócio-políticas locais como também ao pressuposto anterior de políticas externas das mudanças climáticas.

Conforme relatado, a implementação da previsão numérica do tempo e do clima sazonal contou com o apoio do MCTI na década de 1980, culminando na criação do CPTEC. Apesar deste centro meteorológico ter promovido grandes avanços na utilização de modelos a partir dos anos 1990, não foi possível vencer por completo o atraso da Meteorologia operacional brasileira com relação aos países desenvolvidos. Além da falta de recursos de infraestrutura e de pessoal especializado em um número adequado, como reconhecido por boa parte dos entrevistados, a criação

de novos atores institucionais atuantes no campo da Meteorologia e do Clima no Brasil ao invés de propiciar um sistema mais harmônico, do ponto de vista da política científica, ajustando as necessidades institucionais, de pesquisa e operação, ampliou o quadro de conflitos e desajustes entre os diferentes atores que compõem o sistema nacional de Meteorologia e Climatologia.

## Notas e referências bibliográficas

Jean Carlos Hochsprung Miguel é doutorando em Política Científica e Tecnológica. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Paulo Escada é doutor em Ciência Política. Jornalista no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Marko Monteiro é Doutor em Ciências Sociais. Professor no Departamento de Política Científica e Tecnológica da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

48

- 1 Cf.: LYNCH, P. The Origins of Computer Weather Prediction and Climate Modeling. *Journal of Computational Physics*, v. 227, n. 7, p. 3431-3444, 2008. EDWARDS, N. P. *A Vast Machine: Computer models, climate data, and the politics of global warming*. Massachusetts : MIT Press, 2010. HEYMANN, M. The evolution of climate ideas and knowledge. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, v. 1, n. 4, p. 581-597, 2010. WEART, S. *The Development of General Circulation Models of Climate*. Studies in History and Philosophy of Modern Physics, Elsevier, 2010.
- 2 Fonte: Agência FAPESP. Disponível em: <http://www.bv.fapesp.br/namidia/noticia/36021/cptec-reconhecido-referencia-previsoes-climaticas/>. Acesso em : 22/04/2014.
- 3 Cf.: JASANOFF, S; WYNNE, N. Science and decision making. In: Rayner, S. and Malone, E.L. eds. *Human choice & climate change*. Vol. I: The societal framework. Columbus: Battelle Press, 1998. pp. 1-87. MILLER, C; EDWARDS, P. N (ed.). *Changing the Atmosphere. Expert Knowledge Environmental Governance*, MIT Press, 2001. SHACKLEY, S. Epistemic Lifestyles in Climate Change Modeling. In: Miller, C. A; Edwards, P. N. *Changing the Atmosphere: Expert Knowledge and Environmental Governance*. MIT Press, Massachusetts, 2001. pp.107-133. LAHSEN, M. Brazilian climate epistemers' multiple epistemes: An exploration of shared meaning, diverse identities and geopolitics in Global Change Science. Harvard University. Global Environmental Assessment Project, 2002. WEART, S. *The Discovery of Global Warming*. Cambridge, Mass: Harvard University Press, 2003. FLEMING, J.; JANKOVIC, V.; COEN, D. (eds). *Intimate Universality: Local and Global Themes in the History of Weather and Climate*. Sagamore Beach, Science History Publications, 2006. BEHRINGER, W. *A Cultural History of Climate*. Malden, MA: Policy Press, 2010. CAREY, Mark. Climate and history: a critical review of historical climatology and climate change historiography. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, v. 3, n. 3, p. 233-249, 2012.
- 4 MIGUEL, J.; MONTEIRO, M. Por que devemos nos interessar por modelos climáticos? *Revista ClimaCom, Cultura Científica*, v. 1, n.1, Dez, p.06-16, 2014.
- 5 NELKIN, D. Science Controversies: The Dynamics of Public Disputes in United States. In: *HandBook of Science and Technology Studies*, p. 444-457, 1995. LATOUR, B. *A ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade a fora*. São Paulo: UNESP, 2000. PYNCH, T. Scientific Controversies. In: SMELSER, Neil J; BALTES, P. (ed.). *International encyclopedia of the social & behavioral sciences*. vol.20. Oxford: Elsevier, 2001.
- 6 EDWARDS, 2010, op. cit., p. 111.
- 7 Como, por exemplo, na Iugoslávia conforme discutido por JANKOVIC, V. *Onde esta a Ciência? O Socialismo e a Circulação de Ciência na Formação do Tempo no Brasil*. História da Ciência no Brasil. Rio de Janeiro: MAST, 2007.
- 8 MOREIRA, I. C. A ciência, ditadura e os físicos. *Ciência e Cultura, SBPC*, v. 66, n.4, 2014.
- 9 FERNANDES, A. M. A construção da Ciência no Brasil e a SBPC. Brasília: Editora UnB, 1990.
- 10 O primeiro curso na área de Meteorologia no Brasil surgiu na década de 1960 na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Em 1968, era possível buscar a formação em meteorologia ao nível de mestrado, através do curso de pós-graduação em Ciências Espaciais e Atmosféricas no INPE. A partir desses dois cursos, outras universidades passaram a desenvolver seus próprios cursos de graduação e pós-graduação na área, dentre elas, a Universidade de São Paulo (1975).
- 11 LEMES, M.A.M. *Relatório Preliminar sobre a Implantação de Previsão Numérica do Tempo no Brasil*. São José dos Campos: INPE, 1973. MOURA, A.D; LEMES, M.A.M. *Previsão Numérica do Tempo e sua Perspectiva no Brasil*. São José dos Campos: INPE, 1980.
- 12 MEIRA FILHO, G. Entrevista realizada em 10 de fevereiro de 2012.
- 13 Idem.
- 14 SMAGORISKY, J.; RIEHL, H.; SHUKLA, J.; RASMUSSEN, J.; ROADS, J.; HASTENRATH, S.; GRAY, W. (1980). *Workshop sobre previsão de secas para o Nordeste do Brasil – Relatório do Painel*. São José dos Campos: INPE, 1980.
- 15 PARADA, N.; MEIRA FILHO, G.; MOURA, A. D.; KOUSKY, V.E. *Workshop sobre Previsão de Secas para o Nordeste do Brasil*. São José dos Campos: INPE, 1980.
- 16 "Procura-se uma explicação. Os cientistas não chegam a um acordo". *Revista Isto É*, 10 de agosto de 1983, p.34-35; "Atuação do CTA no Nordeste é refutada e as chuvas artificiais são negadas pelo INPE", *Vale paraibano*, 14 de janeiro de 1984, p.03; "Programa de chuvas provoca debate entre cientistas", *Jornal do Brasil*, 19 de fevereiro de 1984.
- 17 Idem. 10 de agosto de 1983, p. 34-35.
- 18 Vale lembrar que a política científica no país, neste período, era fortemente dominada por uma visão do governo militar nacionalista. Cf. MOTOYAMA, S. *Prelúdio para uma história: ciência e tecnologia no Brasil*. São Paulo: EDUSP, 2004. VIGEVANI, T. *O contencioso Brasil X Estados Unidos da informática: uma análise sobre formulação da política exterior*. São Paulo: Alfa-Omega, EDUSP, 1995.

- 19 Anais do Senado. Diário do Congresso Nacional (Seção II). Brasília: Senado Federal, 17 de setembro de 1983, p. 4136-4138; Anais do Senado. Diário do Congresso Nacional (Seção II). Brasília: Senado Federal. 18 de outubro de 1983, p. 4836. 4979-4981.
- 20 BONNATI, J. Entrevistas realizadas em 18 de abril de 2012 e 12 de dezembro de 2013.
- 21 Cf. *Descrição de atividades: Projeto Mesa*. I Simpósio de Meteorologia, São José dos Campos, 30 de setembro a 2 de outubro de 1971. São José dos Campos: INPE (CNPq), 1971. p.1-22.
- 22 MOTOYAMA, op. cit., 2004.
- 23 BRASIL. *Ciência e Tecnologia numa Sociedade Democrática: Relatório Geral*. Brasília: MCT/FINEP/CNPq, 1986.
- 24 VIDEIRA, A.A.P. 25 anos de MCT: raízes históricas da criação de um ministério. Rio de Janeiro : Centro de Gestão de Estudos Estratégicos, 2010. p. 39.
- 25 MEIRA FILHO, op. cit., 2012.
- 26 RAUPP, MARCO. Entrevista realizada em 5 de abril de 2012.
- 27 Segundo Raupp, 2012, op. cit., houve um entendimento entre os ministros Renato Archer, da Ciência e Tecnologia, e Pedro Simon, da Agricultura, que aceitou a criação de um centro de previsão numérica do tempo no INPE, já que o mesmo também pudesse ser criado no INMET, instituição mais antiga e tradicional da área.
- 28 O Decreto nº 93.483, de 29 de outubro de 1986, alterou a constituição da CONAME e do Sistema Nacional de Meteorologia.
- 29 BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Comissão Nacional de Meteorologia. Grupo de Trabalho de criação do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, e do Centro de Aplicação de Satélites Meteorológicos – Relatório Final. Brasília: MCT, 1987.
- 30 O então Departamento de Meteorologia ficou subdividido em CASA (Centro de Aplicações de Satélites), LPAO (Laboratório de Pesquisas de Atmosfera e Oceano) e CPTEC.
- 31 Ministério da Ciência e Tecnologia. Exposição de Motivo 025/1987.
- 32 MEIRA FILHO, op. cit., 2012.
- 33 RAUPP, MARCO, op. cit., 2012.
- 34 MOURA e LEMES, op. cit., 1980.
- 35 NOBRE, CARLOS. Entrevistas realizadas em 21 e 27 de abril de 2012. DIAS, PEDRO. Entrevista realizada em 2 de abril de 2012.
- 36 “EUA liberam venda de supercomputador ao Brasil”, *O Estado de S.Paulo*, 19 out, 1990, p. 15.
- 37 “Japão Bloqueia venda de supercomputador ao País”, *O Estado de S.Paulo*, 06 abril, 1991, Economia, p.09.
- 38 “Meteorologia ganha ajuda de supercomputador”, *O Estado de S.Paulo*, 08 jan., 1994, Ciência e Tecnologia, p. 16.
- 39 Também houve a falta de recursos para a construção do prédio do CPTEC, em Cachoeira Paulista, avaliada em US\$ 10 milhões. Cf. NOBRE, op. cit., 2012.
- 40 BONATTI, op. cit., 2013.
- 41 Esses fatores político-institucionais que caracterizam as pesquisas do INPE são identificados e analisados mais detalhadamente em trabalhos como: COSTA FILHO, E. J. *A dinâmica da cooperação espacial sul-sul: o caso do programa CBERS (China-Brazil earth resources satellite)*. Tese doutorado IG/UNICAMP, Campinas, 2006. CARMO, L. *Formação de competências em ciências e tecnologia espaciais: Uma análise da trajetória da Pós-Graduação no INPE*. Tese de doutorado, IG/UNICAMP, Campinas, 2009. ESCADA, P. *Origem, institucionalização e desenvolvimento das atividades espaciais brasileiras (1940-1980)*. Dissertação de mestrado, IFCH/UNICAMP, Campinas, 2005.
- 42 Termo de Referência Projeto “Tecnologia da Informação para Meteorologia” – PROTIM 1 Convênio Finep 01.04.0998.00, Janeiro de 2009.
- 43 NOBRE, op. cit., 2013.
- 44 Observa-se que a edição de agosto de 2002 do Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia (SBMET) dedicou uma edição inteira ao tema “A Meteorologia e a Gestão de Energia”. No edital desse volume, a diretoria da SBMET reforçou a importância do tema anunciando que o eixo principal do XII Congresso Brasileiro de Meteorologia seria “A Meteorologia e a Gestão da crise energética”. Cf. Boletim da SBMT, v. 26, n.2, 2002. Disponível em: [http://www.sbmec.org.br/portal/publisher/uploads/publicacoes/14\\_2002\\_Volume\\_26\\_NO\\_2.pdf](http://www.sbmec.org.br/portal/publisher/uploads/publicacoes/14_2002_Volume_26_NO_2.pdf) Acesso em: 25/07/2013.
- 45 NOBRE, op. cit., 2013.
- 46 DIAS, M. A. Entrevista realizada em 13 de junho de 2013. DIAS, P. Entrevista realizada em 27 de abril de 2013.
- 47 DIAS, M. A., op. cit., 2013.
- 48 DIAS, P., op. cit., 2013.
- 49 9HULME, M; MAHONY, M. Climate Change: What do we Know about the IPCC? *Progress in Physical Geography*, v. 34, n. 5, p. 705-718, 2010.
- 50 VIOLA, E. O regime internacional de mudanças climáticas. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, v.17, n.50, 2002. VIOLA, E.; FRANCHINI, M. Brasil na governança do clima, 2005-2012: a luta entre conservadores e reformistas. *Contexto int.* , v. 35, n.1, 2013.
- 51 Lahsen, op. cit, 2002, indica a consonância que há entre os projetos de grupos de pesquisa em climatologia com a agenda da política internacional proposta pelo Itamaraty (Ministério das Relações Exteriores), MCTI e Ministério do Meio Ambiente (MMA) orientada pela necessidade do Brasil adquirir uma posição geoestratégica em temas do meio ambiente, particularmente, o das mudanças globais do clima.
- 52 PMNC. Plano Nacional sobre Mudança do Clima. Governo Federal. Brasília: Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima, 2007. p.87.
- 53 Ver: <http://redeclima.ccst.inpe.br/> acesso 22/02/2016.
- 54 Idem.
- 55 Ver: <http://inct.ccst.inpe.br/> Acesso: 22/04/2014.
- 56 FAPESP. Relatório de Atividades 2008. Disponível em: [www.fapesp.br/publicacoes/relat2008.pdf](http://www.fapesp.br/publicacoes/relat2008.pdf). Acesso: 25/07/2013.
- 57 Disponível em: [www.ccst.inpe.br](http://www.ccst.inpe.br). Acesso: 17/03/2014.

- 58 Vídeo disponível em [www.videosonline.cptec.inpe.br](http://www.videosonline.cptec.inpe.br). Acesso 25/07/2013.
- 59 MORAES, OSVALDO. Entrevista realizada em 24 de dezembro de 2013.
- 60 HERDIES, DIRCEU. Entrevista concedida em 13 de dezembro de 2013.

[Recebido em Maio de 2015. Aprovado para publicação em Março de 2016]