Supercomputador Tupã: uma possível superação para o "subdesenvolvimento tecnocientífico"? O transladar de interesses na rede científica do clima no Brasil

Patricia B. Ap. Braga

RESUMO: O presente artigo busca compreender o que é o Tupã para as instituições e centros que o operacionalizam, bem como a expectativa contida nesse sistema de superação do "subdesenvolvimento tecnocientífico" e suas traduções e translações no período da compra do supercomputador Cray XT-6 em 2010. Para isso, a fundamentação teórica e analítica pauta-se no que se denomina de Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia (ESCT) e de Política Científica e Tecnológica, por meio de análise documental de diversas fontes, como: documentos oficiais, sítios eletrônicos dos centros de pesquisa de computação climática, entrevistas concedidas a jornais e a pesquisadores que refletem sobre a temática, dentre outras.

Palavras-chave: Supercomputador Tupã/Cray XT-6. Subdesenvolvimento tecnocientífico. Rede sociotécnica. Brasil.

Introdução

Nas últimas três décadas, as mudanças climáticas construíram agendas de pesquisa, de política e de economia e essas, por sua vez, edificaram o entendimento da origem dos fenômenos dessas mudanças e de suas possíveis soluções. Ou seja, as mudanças climáticas passaram a ter grande envergadura pública e as redes sociotécnicas da mudança climática ganharam articulação e valoração, a ponto de os líderes governamentais e privados embasarem suas decisões políticas sobre o assunto por meio de relatórios científicos/políticos emitidos por grupos específicos de pesquisadores. Um exemplo máximo disso é o Painel Intergovernamental da Mudança do Clima (IPCC), criado em 1988.

Como Jasanoff e Wynne (1998 *apud* Miguel; Monteiro, 2014) argumentam, é significativo o aumento da confiança no poder das pesquisas científicas estratégicas em relação à orientação de gastos públicos e tomadas de decisão, por meio de processos que envolvem atores humanos e não humanos. Essa saliência demonstra a legitimidade de tecnologias e seus sistemas de modelagem computacional, a ponto de ser quase impossível, se não considerado xamânica, a compreensão das mudanças climáticas e as ações de mitigação e adaptação a essas, sem recorrer à rede sociotécnica.

Como Miguel e Monteiro (2014) refletem, são legítimas as análises sociais – e, acrescento, políticas – sobre a legitimidade de tecnologias e seus sistemas de modelagem climática que influenciam decisões públicas e privadas, tanto nacional como internacionalmente. Pois, os relatórios que dão sustentação a tomadas de decisão não são neutros, fazem parte de uma rede socioténica do clima, que cria demandas e ao mesmo tempo soluções.

Logo, com o intuito de refletir sobre Tupã ou Cray XT-6 na rede sociotécnica, as perguntas centrais que embasam o artigo são: o que o Tupã representava para o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e para Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), na época da compra e instalação da tecnologia? E o que significava para o Brasil, em termos de ciência e política? Qual era contexto, os atores, as negociações, as traduções e as translações?

Com o intuito de refletir sobre essas questões, o artigo embasou suas reflexões em obras de estudiosos da temática que compõem o que se denomina hoje de Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia (ESCT) e de Política Científica Tecnológica, que compreendem a tecnologia, seus processamentos e modelagens como uma atividade social, marcada pela ciência, pela política, pela economia, pela tecnologia e pelos imaginários, dentro de uma rede sociotécnica.

Rede sociotécnica da mudança climática no Brasil: a tecnociência de Tupã ou Cray XT-6

O contexto brasileiro relacionado a políticas de mitigação e adaptação à mudança climática ganhou força a partir do ano de 2008, por meio de pressões realizadas por diversos setores da sociedade civil ao governo federal, principalmente em relação à posição do Ministério das Relações Exteriores (MRE) sobre questões do clima. (VIOLA; FRANCHINI, 2013).

Por meio do novo "Plano Nacional para as Mudanças Climáticas", em dezembro de 2008, da lei climática de 2009, sancionada em 2010, das expectativas em relação à Cúpula de Copenhague (COP 15), houve novas pressões ao governo brasileiro e, atrelada a isso, estava a dinâmica eleitoral para as eleições presidenciais, que ganharam novos contornos quando Marina Silva entrou na disputa com Dilma Rousseff e José Serra. Principalmente quando Marina teve um número expressivo de votos no primeiro turno, fazendo que os candidatos mais votados (Dilma e Serra) inserissem em suas agendas a temática sustentável. (VIOLA; FRANCHINI, 2013).

Nessa época, Carlos Minc, ministro do Meio Ambiente, negociava com o MRE e com o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) a nova posição do governo em relação à mitigação de emissões de gases poluentes. Em detrimento dessas negociações, a nova posição do Brasil assumia um compromisso voluntário no âmbito da COP 15, que foi incorporada à PNMC, estabelecida por Lei Federal (12.187) em dezembro de 2009.

Outra ação importante realizada pelo governo brasileiro em relação ao clima foi a criação do Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC), cujo objetivo é assegurar recursos para projetos de mitigação e adaptação. O fundo é administrado por um comitê gestor vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, representantes do Poder Executivo federal e do setor não governamental, sendo o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) a instituição financeira responsável. (VIOLA; FRANCHINI, 2013).

De modo simultâneo à confecção da legislação federal sobre o clima, o Estado de São Paulo sancionou uma lei de redução de emissões de 20% em 2020, com relação ao ano de referência, 2005.

Nesse contexto político/científico a agenda da mudança climática, ganhou visibilidade nos anos de 2007 e 2008. No ano de 2007, com o 1º Simpósio Brasileiro de Mudanças Ambientais Globais, houve a apresentação do que os cientistas do clima denominaram de estado da arte das pesquisas científicas sobre mudanças globais aos representantes de setores governamental, empresarial e acadêmico.

Em decorrência desse Simpósio, houve a criação da Rede Brasileira de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais (a Rede CLIMA), assim como a abertura do edital do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para a implementação de Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCTs), chamadas de propostas ao Programa Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (PFPMCG).

Assim como, no ano seguinte (2008), com a criação do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas (INCT-MC), por meio de um Edital do CNPq e do PFPMCG, e por meio de um empreendimento científico entre o governo federal e o Estado de São Paulo, a partir da interação do INCT-MC, PFPMCG e da Rede CLIMA, buscou-se criar informações em estudos de clima, detecção de variabilidade climática (VC) e mudança climática (MC). Tudo isso ocorreu com o

intuito de fazer cumprir os objetivos esboçados no Plano Nacional sobre Mudança Climática, de 2009 (PNMC). (FAPESP, 2013).

Dentre os objetivos que compõem o PNMC, está a criação de autonomia científica e tecnológica, fundamentada em modelos computacionais complexos que apoiariam o desenvolvimento de modelagem do sistema climático global, com o intuito de, no período de 4 a 5 anos, o Brasil ter um modelo próprio de sistema climático global. (PNMC, 2008).

Os cenários criados por meio desses supercomputadores e de seus modelos de sistema climático embasariam estudos de impacto, adaptação, vulnerabilidade e mitigação regional e nacional. Para isso, por meio de licitação internacional, o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCT) investiu R$ 35 milhões de reais do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), e a FAPESP outros R$ 13 milhões (a 15 milhões), para a aquisição do supercomputador Cray XT-6 (Tupã), comprado da *Cray Inc*., empresa norte-americana, localizada em Winsconsin. (CPTEC/INPE, 2010).

Instalado no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em Cachoeira Paulista, Estado de São Paulo, o supercomputador Tupã atende às demandas do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e do Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST) (dois centros do próprio INPE), além de grupos de pesquisa, instituições e universidades integrantes da Rede Clima, do MCT, do PFPMCG e do INCT-MC.

Com o homônimo Tupã, aquele que traz mensagem de Deus (*Nhanderuvuçu*) pelo som do trovão, na mitologia tupi-guarani, o supercomputador Cray XT-6 é aquele que prevê extremos climáticos em distintas regiões e cria cenários futuros sobre as mudanças climáticas. É a decodificação das mensagens enviadas pela "natureza", para, enfim, o homem prevê-la e controlá-la.

Formalmente, de acordo com o CPTEC/INPE (2010), por meio da aquisição do supercomputador, as previsões ficariam mais precisas e confiáveis, com maior detalhamento e margem de tempo e espaço. Para se ter um exemplo, o "novo" computador ampliaria em 50 vezes a capacidade de processamento do CPTEC, com um pico de 258 Teraflop/s (*flating point operations per second* – operações de ponto flutuante por segundo), passando de uma resolução de 20 (baseada em um modelo regional ETA) para 5 quilômetros, ampliando as previsões do tempo para todo o país, como já ocorre no sudeste e nordeste.

A previsão, assim como a qualidade criada pelo supercomputador e os outros atores, basear-se-ia na técnica de previsão por conjunto (*ensemble*), que se ancora na ideia de uma natureza caótica da atmosfera e na incerteza de seu estado ao longo do tempo. A técnica é realizada por meio do processamento de distintas condições iniciais da atmosfera, em termos comparativos, que em 2010 era feita a partir de 15 membros que correspondiam a 15 previsões.

A compra do supercomputador ocorreu no momento em que a Organização Meteorológica Mundial (OMM) afirmou que o CPTEC/INPE poderia ser um *Global Producing Center* (Centro Produtor Global) de previsões de longo prazo, em decorrência do reconhecimento de suas produções e previsões sobre climáticas sazonais.

De acordo com Luiz Augusto Toledo Machado (ex-coordenador geral do CPTEC, em 2010), o "novo" Cray XT-6 teria um desempenho efetivo, pois rodaria em um modelo global de CPTEC, 45% mais rápido do que aquele que rodava no momento da compra do Tupã. O "novo" modelo funcionaria de modo paralelizado, distinto do modelo vetorial (cálculos realizados por um número mínimo de processadores)[1], cujo processamento poderia se assemelhar aos realizados em máquinas dos principais centros de previsão e pesquisa do mundo.

A adaptação dos códigos ao novo sistema é um dos trabalhos realizados no Centro desde 2007, por meio do modelo UNA[2], ou seja, antes da compra do supercomputador Tupã, em 2010, havia a incidência dentro do Centro de considerar o processamento paralelo melhor do que o vetorial, em relação à criação de resoluções de tempo, clima, qualidade ambiental e cenários climáticos futuros.

Para os doutores/pesquisadores do CPTEC (2010) Paulo Bonatti e Chou Sin Chan, o "novo" supercomputador traria, aos usuários do sistema de tempo e clima, maior previsibilidade e detalhamento de previsões meteorológicas (tempo e clima) e ambientais (qualidade do ar), assim como maior robustez na criação de relatórios que poderiam embasar tomadas de decisão e, por conseguinte, a criação de políticas públicas, nacionais e internacionais.

---

[1] O modelo vetorial era amplamente utilizado no CPTEC até 2004. INPE. HISTÓRICO. Disponível em: http://www.cptec.inpe.br/supercomputador/historico.php. Acesso em: agosto de 2014.

[2] O Cluster Una foi fabricado pela *Sun Microsystem* e possui 1100 processadores e capacidade de processar até 5.7 trilhões de operações aritméticas em ponto flutuante por segundo. É um modelo que possibilita o uso de modelos numéricos para a simulação de tempo e clima, integrando informações atmosféricas e oceânicas. É diferente dos modelos SX-4 e SX-6, que são baseados em processamentos vetoriais e fabricados pela *Nec Corporation* do Japão. CPTEC. SOBRE O CPTEC. Disponível em: http://www.cptec.inpe.br/sobreocptec/pt. Acesso em: mar. de 2015.

Outro ponto destacado na página oficial do CPTEC/INPE é que, para Tupã alcançar seu objetivo de criar autonomia científica e tecnológica no país, seria necessário ampliar a rede de dados que dá suporte para a operacionalização deste modelo, tais como pesquisas contínuas na área de modelagem (no próprio Centro e na utilização deste por instituições, universidades etc), pesquisadores e técnicos especializados, infraestrutura computacional de alto desempenho, além do intercâmbio entre pesquisadores brasileiros e centros de modelagem climática global, como os localizados na Inglaterra e nos Estados Unidos, além da vinda de pesquisadores desses centros ao Brasil. Ou seja, a tecnologia envolve um conjunto de aparatos necessários para seu funcionamento e transformação.

De acordo com o chefe da equipe de supercomputação, Luiz Flávio Rodrigues, Tupã é uma máquina operacional, portanto, precisa trabalhar e produzir produtos, como em uma linha de produção. Para que isso ocorra, há uma equipe em tempo integral no Centro que trabalha no Cray XT-6. Os dados que alimentam o supercomputador vêm de navios, boias oceânicas, plataformas de coleta, sondas atmosféricas de balões, aviões e satélites. Os dados são captados e pré-processados por 150 máquinas que, por sua vez, enviam ao Tupã. Nesse supercomputador, os dados são rodados por meio de modelos de previsão de tempo, clima, poluição et al., por meio de milhares de linhas de código, que decodificam a atmosfera por meio de equações. (MOTHERBOARD, 2014).

Portanto, os processos físicos e químicos responsáveis pelo tempo e clima são simplificados em cálculos complexos, cujos resultados são lidos duas vezes ao dia, pelo menos. A partir da criação dos dados elaborados pelo supercomputador, eles são analisados por meteorologistas que, por conseguinte, produzem boletins de previsão. As análises são construídas a partir de dados produzidos pelo modelo, cartas sinóticas (mapa com elementos do tempo) e compreensão da temática, ou seja, de acordo com Luiz Flavio Rodrigues (2014), os meteorologistas traduzem aquilo que não é possível somente por meio do supercomputador.

O Tupã e todos os humanos e máquinas são capazes de prever se a poluição derivada de uma queimada na Floresta Amazônica pode se depositar no Rio de Janeiro ou em São Paulo (processo que se denomina de *smoke rivers*). Assim como podem prever fenômenos comuns, como variáveis de clima e tempo, incidência e quantidade de chuva, diferenças de temperatura, além de produtos derivados, como hidrologia e recursos hídricos. Esses trabalhos são rotinas do CPTEC/INPE. (RODRIGUES *apud* MOTHERBOARD, 2014).

Ainda de acordo com Luiz Flávio Rodrigues (*apud* MOTHERBOARD, 2014), há muita tecnologia da informação contida no sistema do Tupã, o qual fornece e utiliza dados com precisão de 5 quilômetros da superfície terrestre, às vezes, em um mesmo ponto, mas em altitudes distintas e isso pode ser considerado uma computação robusta. Ainda de acordo com Luiz Flávio Rodrigues, o Cray XT – 6 é um sistema de armazenamento, de acesso e de um conjunto de computadores pré e pós-processamento.

As informações do supercomputador ficam guardadas em três níveis (camadas). Uma primeira seção é formada por dados "corriqueiros", sendo ultrarrápida, possuindo 866 terabytes de memória. A segunda contém dados de "segunda" prioridade e trabalha com 3,84 petabytes e, por fim, a última seção, que trabalha como uma espécie de braço robótico, recolhendo informações antigas; nessa seção são 8 mil fitas com dados desde 1994, operando em 6 petabytes. Logo, por ser uma máquina operacional, de tempos em tempos, os dados migram de uma seção a outra.

Na mesma sala, mas em outro corredor, estão as "sinapses" do Tupã. São 30.528 núcleos de processamento divididos em 1.272 nós computacionais organizados em *racks* ou armários. Em funcionamento, o supercomputador consome entre 500 kw a 1Mw, em uma sala climatizada a 21º Celsius. Além da refrigeração da sala, o computador tem um sistema próprio de arrefecimento com gases e água. (MOTHERBOARD, 2014)[3].

Na sala ao lado, localizam-se os servidores de conexão com a internet. Nesse sistema, a redundância é o carro chefe, ou seja, se algo parar de funcionar, um substituto emergencial entra em ação. Tudo isso baseado em uma plataforma Linux, além de *softwares* produzidos pelo próprio INPE.

Em 2010, época da instalação do Cray XT – 6, esse era considerado o 29º mais rápido supercomputador do mundo, de acordo com a lista Top 500 (2010), o 3º mais eficiente em termos de previsão numérica de tempo e clima sazonal e o 8º em criações de cenários de mudanças climáticas[4]. Contudo, em 2014, o Tupã já ocupava a posição de 231 no *ranking* dos supercomputadores em comparação com a posição 1º, o *Milky*

[3] Para informações sobre o uso que se faz do Tupã no CPTEC, ver: MCT. SUPERCOMPUTAÇÃO DO INPE. Disponível em: http://supercomputacao.inpe.br/introducao-ao-uso-do-tupa. Acesso em: 01 agost. 2015.

[4] INPE. NOTÍCIAS. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=2370. Acesso em: jul de 2014.

Way 2, um supercomputador chinês, aproximadamente 160 vezes mais rápido que o Cray XT-6 [5].

De acordo com Gustavo Escobar, coordenador de meteorologia do CPTEC/INPE (2014), os modelos numéricos de previsão, com supercomputadores como o Tupã, são ferramentas que servem para fazer previsões, mas toda previsão possui limites e isso é próprio da meteorologia. (MOTHERBOARD, 2014).

Ou seja, por mais que se trabalhe com a hipótese de qualidade e confiabilidade, a previsão pode ser sempre interrompida por fatores diversos, ou calculada e analisada de modo equivocado, pois o Tupã traz a mensagem de uma natureza caótica, que o homem incessantemente busca prever e controlar, baseado em uma ordem.

Logo, pode-se afirmar que a climatologia hoje é uma área amplamente ancorada na programação de modelos, na infraestrutura supercomputacional e na telecomunicação global, o que Edwards (2000) denomina de "o mundo em uma máquina", ou seja, a representação científica da atmosfera global como um todo (*apud* MIGUEL; MONTEIRO, 2013) por meio de um modelo.

A modelagem climática global é uma prática de construção do que compreendemos por atmosfera terrestre, pois não se trata de simular o sistema atmosférico terrestre apenas por dados brutos, mas de gerar novos dados a partir de simulações. Ou seja, não são os dados meteorológicos que são globais e sim os modelos, sendo um exemplo disso a criação de cenários climáticos futuros.

De acordo com Carlos Henrique de Brito Cruz, diretor científico da FAPESP, em 2010, o Cray XT-6 deveria durar dez anos e ser útil para a criação do Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global (MBSCG)[6]. Portanto, por meio do supercomputador Tupã, os pesquisadores deveriam inovar e criar um modelo nacional de modelagem climática, capaz de colocar o Brasil no seleto grupo de países que são

[5] O processamento da máquina *Milky Way 2* não serve para o CPTEC/INPE, pois funciona por meio de placas de processamento gráfico, que só funcionam em supercomputadores como o supercomputador chinês. MOTHERBOARD. MAIA, F. **O Supercomputador Tupã Traz Más Notícias Sobre as Chuvas em São Paulo**. Disponível em: http://motherboard.vice.com/pt_br/read/supercomputador-tupa. Acesso em: nov. 2014.

[6] FAPESP. Superprevisão do tempo? Pergunte ao Tupã. Disponível em: http://agencia.fapesp.br/superprevisao_do_tempo_pergunte_ao_tupa/13249/. Acesso em: fev. de 2015.

capazes de gerar cenários climáticos, além de efetivar as metas de monitoramento do clima assumidas internacionalmente. (REZENDE, 2010).[7]

Portanto, como parte do projeto BESM - *Brazilian Earth System Model* (Modelo Brasileiro do Sistema Terrestre) do CPTEC e CCST, do INPE, foi articulada, a partir do ano de 2008, a compra do Tupã[8] e, consequentemente, a posição diferenciada do Brasil nas rodadas de negociação climática internacionalmente.

De acordo com a Rede Clima (2012, p. 12):

> Esse ambiente consiste em um supercomputador Cray, estado-da-arte que liderará o caminho para uma nova era de avanços em pesquisas com complexos modelos numéricos dos sistemas terrestre e climático. Essa infraestrutura de supercomputação, a maior de seu gênero na América Latina e no Hemisfério Sul, e uma das mais poderosas do mundo para a pesquisa em mudanças climáticas, permitirá que se atinja um nível competitivo nessa área da ciência e na produção de cenários do clima global. Permitirá também a colaboração com centros internacionais de excelência em modelagem climática. O INPE mantém uma equipe de pesquisadores e especialistas em informática para facilitar o uso de modelos climáticos no novo supercomputador.

Isso significa que Tupã pode ser compreendido como um ator que possui agência dentro da rede sociotécnica da mudança climática, pois realiza traduções, translada concepções distintas de interesses e canaliza atores para diferentes direções. (LATOUR, 1994, 1998, 2004). Sua agência edifica-se na sua capacidade e no imaginário sociotécnico de sua capacidade, construída na busca por autonomia científica e política no Brasil em relação à criação de um modelo nacional de modelagem climática que colocaria o país no conjunto de Estados que compreendem, criam agendas de pesquisa e governam o clima mundialmente. Logo, os imaginários

[7] Sergio Rezende era ministro da Ciência e Tecnologia, no ano de 2010.

[8] A efetividade da compra ocorreu em 2010, quando a FAPESP passou a financiar o projeto BESM, que passou a ser coordenado por Carlos Nobre. O valor inicial era de 571 mil para a contratação de pesquisadores, organização de *workshops* e participação de pesquisadores brasileiros em eventos científicos internacionais. Fora esse montante, a FAPESP financiou 15 milhões para a compra do supercomputador Tupã (como exposto anteriormente). Além da FAPESP, o BESM recebeu fundos da Rede Clima, do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia e do FINEP, assim como da Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (SAE/PR) via Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud), ou seja,é o projeto que mais recebeu fontes de investimento público na área de pesquisa em mudança climática no país, no total 35,5 milhões, muito maior do que a somatória total de investimentos de todos os projetos que tratam temática climática no país. Isso ocorreu de acordo com vários entrevistados de diferentes Centros e Institutos, devido à presença de Carlos Nobre como coordenador da Rede Clima e do programa FAPESP sobre mudanças climáticas globais, além de sua posição no MCTI, próximo à diretoria da FINEP; assim como a de José Marengo no MMA e na elaboração do Plano Nacional de Adaptação (PNA), pois as bases científicas desse último são centralizadas na produção de cenários climáticos futuros realizados pelo CCST/INPE. (MIGUEL; MONTEIRO, 2015).

sociotécnicos são construídos em uma vasta rede sociotécnica, compondo e legitimando o conhecimento e as políticas que nele se embasam. (MIGUEL; MONTEIRO, 2015).

Em relação à capacidade de traduzir, portanto, de circular entidades (CALLON, 2008), o Cray XT-6 realiza traduções de interesses científicos que se ancoram na ideia de que o aperfeiçoamento das técnicas ocorre por meio das máquinas, que buscariam edificar condições ideais e desejáveis de um determinado tipo de vida. Entre as entidades que circulam em si, mas que também fazem parte de sua própria natureza, estão os processos de negociação de compra, os atores envolvidos nesses processos, os financiamentos, a licitação internacional, a escolha por um modelo horizontal em detrimento de um vetorial, a disposição de seus hardwares, a escolha de seus softwares, os pré e pós processamentos, a localidade de sua instalação, a leitura de seus dados e a criação desses por meio de simulação, os acertos, erros, as tomadas de decisão sobre seus relatórios, seus processamentos, etc.. Todos ocorrem em unidades locais e de paradigmas contidos na rede sociotécnica, portanto, locais onde se produzem fatos e agendas científicas e políticas. (LATOUR; WOOGLAR, 1997).

Ao traduzir, Tupã também translada concepções distintas de um programa de ação a outro, por meio de diversas associações, ou seja, é o modo pelo qual atores (humanos/não humanos) transladam concepções distintas e canalizam atores para diferentes direções (LATOUR, 2004). O exemplo máximo disso é o programa de ação política/científica do governo federal e estadual (São Paulo) no enfrentamento do que pode se denominar de subdesenvolvimento tecnocientífico por meio da compra e uso do Cray XT-6.

A compra de um supercomputador, defendida por atores da rede sociotécnica, com o intuito de criar autonomia no país em termos de modelagem climática, contém em si a perpetuação do subdesenvolvimento tecnocientífico, compreendido como a não capacidade de produzir tecnologia computacional nacional, sob a qual se constroem e se operacionalizam distintas ações científicas e políticas, portanto, sob a qual se constroem Fatos.

Conclusões Parciais

De acordo com vídeos e declarações expostas nos sítios eletrônicos desses Centros e Institutos de modelagem climática, principalmente do CPTEC e CCST, do INPE, assim como entrevistas concedidas a pesquisadores da rede sociotécnica do clima no Brasil, pode-se afirmar que, oficialmente, a representação da aquisição do Tupã significaria um novo patamar científico e político para o Brasil. De fato, essa aquisição

seria capaz de criar autonomia e desenvolvimento em relação aos modelos de modelagem climática existentes e isso, por conseguinte, dava suporte à construção de compreensão dos fenômenos físicos, químicos e sociais que fazem parte do território brasileiro, assim como de suas regiões, por meio de dados brutos e da simulação desses, na construção de cenários climáticos futuros.

Significaria, portanto, em termos científicos e políticos, a chance de o Brasil adentrar o *rol* de países que constroem ciência/política sobre o clima e quiçá fazer parte da governabilidade climática mundial.

Contudo, o imaginário sociotécnico é permeado por contradições, e uma delas é que o projeto BESM, ao qual Tupã está vinculado, é um projeto que visa à autonomia científica/política do Brasil, *mas* a partir de uma tecnologia computacional dos centros científicos/políticos do mundo. Portanto, almeja-se uma autonomia relativa, pois o padrão científico/político ainda é decorrente de centros do "saber" (Estados Unidos e Europa) e a política científica e tecnológica do clima ainda é condicionada à lógica de poder existente nas relações políticas internacionais em relação a quem cria o problema, operacionaliza-o e o soluciona.

Datado como o Tupã e com um prazo de validade curto, o presente artigo buscou compreender as negociações, as representações oficiais, os atores, as operacionalizações no período da compra do supercomputador, ou seja, a heterogeneidade das relações na rede sociotécnica da mudança climática no Brasil.

Nesse contexto, concluímos que o Tupã não resolve o subdesenvolvimento tecnocientífico, mas é parte de uma estrutura científica/política que se baseia em centros de saber para construir autonomia científica/tecnológica/política que, por sua vez, desconstrói autonomia política/científica/tecnológica.

Referências

BRASIL. Plano Nacional de Mudança do Clima. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/_arquivos/plano_nacional_mudanca_clima.pdf. Acesso em: ago.2015.

CALLON, M. Dos estudos de laboratório aos estudos de coletivos heterogêneos, passando pelos gerenciamentos econômicos. **Revista Sociologias**, Porto Alegre, ano 10, n.19, jan./jun., 2008, p.302-21.

CPTEC/INPE. Supercomputador: Cobertura da chegada ao CPTEC. Disponível em: http://www.cptec.inpe.br/supercomputador/. Acesso em: dez.2011.

FAPESP. Supervisão do Tempo? Pergunte ao Tupã. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/_arquivos/plano_nacional_mudanca_clima.pdf. Acesso em: jul. 2015.

LATOUR, B. **Jamais Fomos Modernos**: ensaio de antropologia simétrica. Rio de Janeiro: Editora 34, 1994.

LATOUR, B.; WOOLGAR, S. **A vida de laboratório**: a produção dos fatos científicos. Rio de Janeiro: Relume, 1997.

LATOUR, B.; SCHWARTZ, C.; CHARVOLIN, F. Crises dos meios ambientes: desafios às ciências humanas. In: ARAUJO, H. R. (Org.). **Tecnociência e Cultura**: ensaios sobre o tempo presente. São Paulo: Estação Liberdade, 1998.

LATOUR, B. **Políticas da Natureza**: como fazer ciência na democracia. Bauru/ SP: EDUSC, 2004.

JASANOFF, S.; WYNNE, B. Science and decision making. In: RAYNOR, S.; MALONE, E. L. (Eds.). **Human choice and climate change**. v.1.The societal framework. Batelle Institute, Columbus, Ohio, USA, 1998.

MIGUEL, J. C. H.; MONTEIRO, M. Por que devemos nos interessar por modelos climáticos? **Climacom cultura científica** – pesquisa, jornalismo e arte. Ano 1, v.1, 2014. Disponível em: http://climacom.mudancasclimaticas.net/?p=1145. Acesso em: 5 jul. 2015.

MIGUEL, J. C. H.; MONTEIRO, M. Mudanças Climáticas, Tecnociência e Geopolítica: um modelo do sistema terrestre brasileiro e a soberania na produção de fututos climáticos. REUNIÃO DE ANTROPOLOGIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA. 5, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, maio/2015.

MOTHERBOARD, M. F. O supercomputador tupã traz más notícias sobre as chuvas em São Paulo. Disponível em: http://motherboard.vice.com/pt_br/read/supercomputador-tupa. Acesso em: nov. 2014.

REDE CLIMA. Relatório de Atividades 2011. 2012. Disponível em: http://www.ccst.inpe.br/wp-content/themes/ccst-2.0/pdf/Rede_Clima_2011_2012.pdf. Acesso em: 25 jul. 2015.

VIOLA, Eduardo; FRANCHINI, Matías. Brasil na governança global do clima, 2005-2012: a luta entre conservadores e reformistas. **Contexto int.** [online]. 2013, v.35, n.1, p.43-76. ISSN 0102-8529. http://dx.doi.org/10.1590/S0102-85292013000100002.