

Previsões de tempo e clima: afinal, para quem são produzidas?

Paulo Augusto Sobral Escada¹⁹ & Guilherme Reis Pereira²⁰

Resumo: Discussões científicas em âmbito internacional, nas últimas décadas, no contexto dos possíveis impactos das mudanças climáticas, têm dado ênfase às pesquisas sobre serviços climáticos, entendido, de modo geral, como a geração, provisão e contextualização de informações e conhecimentos gerados pela pesquisa climática para tomadas de decisão em todos os níveis da sociedade, com o objetivo de diminuir prejuízos sociais e econômicos. Este artigo pretende apresentar e discutir um projeto de pesquisa, desenvolvido no INPE, com o intuito de analisar os impactos dos serviços climáticos na agricultura familiar. O projeto será desenvolvido em três etapas: (1) avaliação de como o produtor se orienta em relação às condições de tempo e clima para tomadas de decisão; (2) Identificação e definição de demandas por informações de tempo e clima, procurando estabelecer um conjunto de ferramentas e meios que permitam o acesso e uso de tais informações pelo agricultor; e (3) avaliação da experiência do uso dos serviços climáticos. Foram escolhidos dois estudos de caso: um na região do Seridó, no Rio Grande do Norte, no município de Currais Novos, e outro no Vale do Paraíba, entre produtores orgânicos. Apesar de o tema não ser novo no país, o tratamento acadêmico tem conferido uma nova dimensão ao assunto, como, por exemplo, permitir perspectivas do tipo *bottom up* e de *co-production*, que passam a dar sentido a perguntas do tipo: Afinal, centros de previsão de tempo e clima fazem previsões para quem?

Palavras-chave: previsão de tempo e clima; agrometeorologia; agroecologia; serviços climáticos; co-production.

19 Doutor em Ciência Política (USP) e Analista em C&T no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

20 Doutor em Política de Ciência e Tecnologia (Unicamp) e Analista em C&T no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

1. Introdução

Com o avanço da ciência no mundo contemporâneo, a sociedade tende a traduzir novas e diferentes percepções e interesses em relação à C&T (KNORR-CETINA, 1982). Estudos têm enfatizado a participação crescente de cientistas em decisões sobre temas controversos (LATOURE, 1998), como aqueles dedicados às mudanças climáticas e assuntos socioambientais correlatos. Pesquisadores são chamados ao debate público, a entrevistas na mídia, estabelecendo relações e conexões mais próximas a setores organizados da sociedade e também respondendo a demandas de governo para o desenvolvimento de conhecimentos e aplicações para subsidiar e instrumentalizar ações e políticas públicas. Neste sentido, estudos têm sido conduzidos sob a perspectiva da co-produção (*co-production*), integrando conhecimento científico a tomadas de decisão (JASANOFF, 2004). Práticas científicas e tecnológicas passam a se integrar e se articular cada vez mais aos diferentes setores da sociedade (ELZINGA e JAMISON, 1995).

Apesar da penetração da ciência no dia-a-dia do cidadão comum, a relação entre ciência e sociedade ainda se mantém envolto de dificuldades e questões não resolvidas. Um desses aspectos é o modo com que a ciência estabelece relações com a sociedade. Este artigo pretende abordar e discutir de que modo e até que ponto mudanças na percepção do papel da ciência se reflete no campo das ciências meteorológicas do país, em especial nas pesquisas relacionadas à geração de previsões numéricas de tempo e clima. De forte conteúdo aplicado, as ciências meteorológicas se configuram como um campo disciplinar rico para avaliar as relações entre ciência e sociedade.

A meteorologia brasileira tem evoluído nas últimas décadas aperfeiçoando previsões e monitoramentos do tempo e clima, colocando à disposição de governos, setores da sociedade e do público em geral, informações e previsões “consideradas” úteis a tomadas de decisão em diferentes níveis de escala (do local ao global). São de interesse ao cidadão que planeja, por exemplo, atividades de lazer para o fim de semana ou configuram-se como subsídios a políticas públicas. Na frase acima destacou-se o termo “consideradas” tendo em vista a falta de pesquisas que avaliam resultados e desdobramentos das previsões geradas no país, não somente aquelas fornecidas pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), mas também por outros centros de previsão. Muito se fala sobre os benefícios gerados à



VI Reunião de Antropologia da Ciência e da Tecnologia

Instituto de Estudos Brasileiros, USP - 16 a 19 de maio de 2017

sociedade pelas previsões, mas poucos ou raros são os estudos que avaliam como e o quanto as previsões trazem melhorias e contribuições, auxiliando as tomadas de decisão em diversas atividades.

Também é possível verificar uma vasta e variada quantidade de produtos e serviços desenvolvidos para atender às necessidades dos usuários, embora pouco se saiba sobre estudos produzidos no país que analisam e avaliam o desenvolvimento de informações científicas (previsões, monitoramentos entre outros produtos) sob a perspectiva da participação dos usuários e relação com a formulação de políticas públicas. Exceção são estudos descritos em Lemos et al. (2002), Lemos (2008), Taddei (2005), além de uma série de pesquisas focadas nas mudanças climáticas.

O ambiente acadêmico no país começa a trazer novas perspectivas para tratar deste tema específico, mesmo que inspiradas em correntes de pensamento que se originam nos países desenvolvidos, onde a percepção sobre o público/usuário se funda em uma realidade sociocultural, econômica e ambiental diversa à brasileira.

Nesse artigo, pretende-se apresentar como as abordagens no campo das ciências atmosféricas aplicadas, nos países desenvolvidos, vêm migrando de modelos de conhecimento do tipo Modo 1 para o Modo 2 (GIBBONS et al, 1994). O primeiro moldado sob a perspectiva de uma ciência configurada essencialmente pelo cientista e a segunda produzida com base na interação com outras disciplinas e usuários.

A hipótese apresentada neste trabalho é de que as ciências meteorológicas, em especial, aquelas voltadas ao aperfeiçoamento das previsões de tempo e clima no país ainda estão ancoradas no Modo 1 de produção do conhecimento. Frente à possibilidade dessa nova tendência internacional, descrevendo pesquisas baseadas no Modo 2 de produção do conhecimento, de influir a ciência brasileira, decidiu-se desenvolver um projeto que atenda tais características e que será apresentado na última seção desse artigo. Ainda em fase inicial, o projeto procura avaliar a percepção sobre as condições do tempo e clima nas atividades de produtores orgânicos e agroecológicos, respectivamente, nas regiões do Vale do Paraíba, Estado de São Paulo, e do Seridó, município de Currais Novos, no Rio Grande do Norte. A última etapa do projeto é desenvolver produtos e serviços de tempo e clima, com base nos fundamentos do Modo 2 de produção do conhecimento.

2. Migrações do Modo 1 para o Modo 2 de produção do conhecimento

Em geral, estudos de políticas de ciência e tecnologia classificam a produção do conhecimento científico em dois modelos: aqueles dirigidos a uma determinada aplicação, a ciência aplicada, e outros orientados ao próprio conhecimento, a pesquisa básica. Os Estudos Sociais da Ciência (SSS) têm, por sua vez, defendido uma nova abordagem, na qual os limites entre ciência e política não se dão de modo claro; o conhecimento seria co-produzido em contextos de interação entre pesquisadores, tomadores de decisão e o público em geral (LEMOS e MOREHOUSE, 2005).

Essa nova modalidade é entendida como uma substituição do Modo 1 da produção do conhecimento (com base na dicotomia ciência aplicada x ciência básica) a um novo modelo de produção do conhecimento, conhecido como Modo 2 (GIBBONS et al, 1994), no qual a produção do conhecimento é contextual, localmente produzida e com base na maior interação e participação do público (tomadores de decisão e usuários). Essa abordagem vem sendo introduzida nas discussões sobre mudanças climáticas, a partir da ênfase à vulnerabilidade social, aos impactos da variabilidade climática e à necessidade de ações mitigadoras e de adaptação.

No final da década de 1980, com os avanços nas discussões sobre o aquecimento global, especificamente sobre o fenômeno El Niño e seus diferentes impactos em algumas regiões do planeta, fomentou-se a implantação do IRI (*International Research Institute for Climate and Society*), nos Estados Unidos. Lideranças científicas internacionais e dos Estados Unidos acreditavam naquele momento que havia a necessidade de a ciência avançar em direção a uma abordagem multidisciplinar na geração de conhecimentos aplicados (AGRAWALA et al, 2001). O IRI foi concebido então sob a perspectiva de *borderly organization*, instituição que integra conhecimentos de forma interdisciplinar com o objetivo de fornecer produtos e informações que pudessem ser utilizadas em tomadas de decisão e/ou políticas públicas. Exemplo dessa atuação, foi a parceria do IRI com o governo do Uruguai, para desenvolver produtos cujo conhecimento e informações climáticas foram integrados a conhecimentos agrônômicos, como uma forma de superar barreiras entre disciplinas, disponibilizando informações úteis tanto ao setor público quanto ao privado (BAETHGEN et al, 2016).

Em outra iniciativa, ao final dos anos 1990, uma série de projetos regionais foram implementados pela NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), os RISAs



VI Reunião de Antropologia da Ciência e da Tecnologia

Instituto de Estudos Brasileiros, USP - 16 a 19 de maio de 2017

(*Regional Integrated Sciences and Assessments*), com o objetivo de se implementar modelos integrados de previsões, contemplando demandas sociais relacionadas aos impactos da variabilidade climática (LEMOS e MOREHOUSE, 2005).

Em meio às discussões científicas sobre a variabilidade e mudanças climáticas, com destaque para os desastres naturais, em 2012, a Organização Meteorológica Mundial (WMO) instituiu o programa Marco Mundial sobre Serviços Climáticos (*Global Framework for Climate Services - GFCS*). Neste mesmo ano, a União Europeia criou o EUPORIAS (*European Provision Of Regional Impacts Assessments on Seasonal and Decadal Timescales*), um conjunto de projetos que trabalha com previsões na escala de tempo de um mês a décadas a frente, com o objetivo de maximizar os benefícios sociais a partir do uso de novas tecnologias tendo em vista as mudanças climáticas. Estes projetos vem sendo desenvolvidos sob a perspectiva do conceito de serviços climáticos definido por Vaughan e Dessai (2014) como a geração, provisão e contextualização de informações e conhecimentos gerados pela pesquisa climática para tomadas de decisão em todos os níveis da sociedade, com o objetivo de diminuir prejuízos sociais e econômicos.

Dois anos depois da criação do GFCS, foi lançado, em 2014, o seu Plano de Implementação²¹, que traduz a preocupação de melhorar a qualidade e disponibilidade dos dados climáticos em todo o planeta, para melhor atender às necessidades do público, trabalho este desenvolvido com base em uma estreita interação entre provedores de informações climáticas e usuários.

O modelo de ciência no qual o Plano do GFCS se baseia é compatível com abordagens do tipo *bottom up* e *co-production* (JASANOFF, 2004, LATOUR, 1998), nos quais se destaca a solução de problemas coletivamente, na interação entre ciência e sociedade. A tabela abaixo mostra de forma esquemática as principais diferenças entre os Modos 1 e 2 de produção de conhecimento.

21 Disponível em: <http://www.wmo.int/gfcs/implementation-plan>. Acesso em: 27/04/2017.



VI Reunião de Antropologia da Ciência e da Tecnologia

Instituto de Estudos Brasileiros, USP - 16 a 19 de maio de 2017

Tabela 1: Diferenças entre Modo 1 e Modo 2 de produção do conhecimento

Modo 1	Modo 2
Problemas estabelecidos e resolvidos em contextos sob o domínio dos interesses acadêmicos de uma determinada comunidade científica.	Desenvolvido em contexto de aplicação.
Disciplinar.	Transdisciplinar.
Caracterizado pela homogeneidade.	Caracterizado pela heterogeneidade.
Organizacionalmente hierárquico e tendendo a preservar a forma.	Organizacionalmente não hierárquico e transiente.
Modos tradicionais de controle de qualidade pelas comunidades acadêmicas (por ex. comunicação institucional, periódicos com revisão por pares, conferências profissionais, etc.)	Socialmente responsável e reflexivo.
Primariamente institucionalizado dentro de estrutura universitária.	Inclui um conjunto mais amplo de praticantes colaborando sobre o problema definido em um contexto específico e localizado.

Adaptado de Lemos e Morehouse (2005), baseado em Gibbons et al (1994).

Kirchhoff et al. (2013) destacam que apesar de esforços para estreitar a lacuna existente entre produtores e usuários de informações climáticas, ainda há muitos desafios e dificuldades a serem superados. Outras linhas de pesquisa, com abordagens e metodologias similares, analisam linguagens (textos e gráficos) de produtos e alertas meteorológicos, procurando ajustar recursos linguísticos de forma a despertar percepções e reações compatíveis a situações de risco das condições de tempo que se apresentam ao usuário (CARR, 2016).



VI Reunião de Antropologia da Ciência e da Tecnologia

Instituto de Estudos Brasileiros, USP - 16 a 19 de maio de 2017

Tais perspectivas de análise sugerem novas possibilidades de pesquisa de modo a se aproximar da realidade do usuário e de suas necessidades. É perceptível o esforço de desenvolvimento de instituições de pesquisa e centros de previsão no país para oferecer produtos e serviços confiáveis e de qualidade à sociedade. No entanto, tal esforço falha devido aos pressupostos que orientam o atual modelo de produção do conhecimento, ainda baseado no Modo 1, no qual é o especialista (cientista, tecnólogo), sem o envolvimento do usuário da informação, que define o que, quando e como comunicar a previsão.

O pressuposto utilizado neste trabalho é de que previsões devem ser entendidas como um sistema complexo, composto pelos seguintes subprocessos: previsão, comunicação e uso (HOOK e PIELKE, 2000). O sucesso em apenas um dos três subprocessos não necessariamente resulta em geração de benefícios à sociedade (como destacam PIELKE, 1999, 2000; DOSWELL e BROOKS, 1998; ROEBBER e BOSART, 1996; VISLOCKY, FRITSCH e DIRIENZO, 1995).

Tais desenvolvimentos deverão inclusive demandar um grande dispêndio de esforço humano e de recursos financeiros sem que se alcance os resultados desejados. O grande desafio, portanto, é o desenvolvimento multidimensional dos três subprocessos de forma organizada e integrada. Segundo Drucker (1993), o processo deve ser pensado como uma orquestra sinfônica, na qual os diferentes grupos de instrumentistas devem trabalhar juntos harmoniosamente para produzir música.

Para tanto, Hooke e Pielke (2000) argumentam que é preciso estabelecer perguntas adequadas para desenvolver e avaliar este sistema, explorando a compreensão das relações entre seus subprocessos a partir do pressuposto de aprofundamento da interação de seus componentes para se atingir o funcionamento harmônico do conjunto. De forma geral, sugerem as seguintes questões:

- Entre o momento da previsão e do uso: 1. O que deve ser previsto? 2. Como as previsões são realmente utilizadas?
- Entre a previsão e a comunicação: 1. Qual é o significado da previsão em termos operacionais? 2. O quanto confiável é a previsão e o quanto da incerteza é transmitida?
- Entre o uso e a comunicação: 1. Que informação é necessária ao tomador de decisão? 2. Que conteúdos e formatos de comunicação levam a uma resposta desejável?

Os autores argumentam que os diferentes enfoques de avaliação são necessários, mas que a tarefa isolada de avaliação de cada um dos componentes não pode ser responsável pela avaliação do conjunto do sistema, o que deve ser feito dentro de uma perspectiva abrangente.

Pesquisas sobre a avaliação de sistemas de informação agrometeorológicos brasileiros dentro dessa perspectiva são pouco ou raramente observadas. Os trabalhos mais frequentes apresentam sistemas desenvolvidos sob a perspectiva do tipo Modo 1. Artigos relatam grande esforço na geração de produtos e serviços para subsidiar tomadas de decisão (MOURA e FORTES, 2016), outros apontam dificuldades para manter a infraestrutura de coleta e transmissão de dados, desenvolvimento de modelos agrícolas do ciclo de cultivares associado a modelos de previsão de tempo e clima (CARAMORI et al, 2016). Há ainda relatos de esforços de desenvolvimentos, mas concluindo que seria imprescindível promover a comunicação dos resultados de tais pesquisas aos agentes de extensão, agricultores, técnicos de instituições de apoio e assistência técnica ao produtor (MEIRY et al, 2016).

A não compreensão dos subprocessos que compõem o sistema da geração da previsão do tempo e clima, incluindo os componentes da comunicação e uso em tomadas de decisão, tende a gerar conhecimentos aplicados que não chegam ao usuário final. Esse modelo de produção de ciência está associado aos contextos históricos em que as ciências atmosféricas e aquelas dedicadas ao desenvolvimento de previsões de tempo e clima se desenvolveram no mundo e no país.

3. Breve história da previsão numérica do tempo: uma trajetória baseada no Modo 1 da produção do conhecimento

Desde meados do século passado, observa-se uma evolução na interação entre ciência e sociedade, migrando do modelo linear, dos anos 1940, caracterizado pelo foco na pesquisa básica e disciplinar [Modo 1 (GIBBONS, 1994)], a modelos mais complexos de produção de ciência, que englobam abordagens interdisciplinares e envolvem usuários na busca por soluções a problemas sociais (Kirchhoff et al. (2013), enfoque associado ao Modo 2. A implementação das previsões numéricas do tempo nos Estados Unidos se iniciam em meados dos anos 1940, logo após a Segunda Guerra Mundial, em um esforço combinado e planejado de desenvolvimentos de supercomputadores, estudos sobre a física da atmosfera e métodos matemáticos aplicados a computação (HARPER, 2003).



VI Reunião de Antropologia da Ciência e da Tecnologia

Instituto de Estudos Brasileiros, USP - 16 a 19 de maio de 2017

Quase duas décadas depois, as previsões numéricas passaram a utilizar dados de satélites meteorológicos, que começavam a ser lançados ao espaço. Aos poucos, os modelos foram aprimorados, mas a melhoria da habilidade (*skill*) de se prever as condições do tempo, em muito se deveu à ampliação da infraestrutura global de coleta e transmissão de dados meteorológicos, através da interconexão entre os principais centros de previsão do mundo. Todos estes fatores atuando em conjunto se constituiriam em condições indispensáveis a melhoria das previsões numéricas de tempo (EDWARDS, 2010). Como resultado desse processo, em meados dos anos 1960, as previsões numéricas, ou “objetivas”, se tornaram superiores em relação às previsões “subjetivas”, geradas a partir da interpretação de dados dos meteorologistas (LYNCH, 2008). Já no final dos anos 1960, os modelos começaram a prever o tempo para todo o globo terrestre e não apenas para o Hemisfério Norte.

No Brasil, as previsões numéricas de tempo e clima começaram a ser produzidas operacionalmente no início de 1995, com a inauguração do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos, no INPE, em novembro de 1994. Desde os anos 1960, funcionava no INPE o MESA (Meteorologia por Satélite), programa que reunia pesquisas meteorológicas a partir da aplicação de imagens de satélites meteorológicos, e que, a partir dos anos 1970, passou a divulgar suas previsões (subjetivas). Imagens de satélites meteorológicos eram geradas diariamente e fornecidas a instituições de pesquisa, empresas e à imprensa, que as veiculava diariamente, junto com imagens de satélite, que mostravam o avanço de frentes frias sobre o continente (INPE, 1971). Nessa época, as previsões eram elaboradas a partir de discussões de meteorologistas, pesquisadores e estudantes de pós-graduação no Laboratório de Sinóptica do INPE (ELIAS, 2005).

Com a implantação do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), as previsões foram aperfeiçoadas. Com pouco tempo de funcionamento, o CPTEC começou a fornecer previsões de tempo para até três dias, substituindo as previsões subjetivas, que, no final da década de 1980, eram válidas no máximo para até 48 horas, dependendo da região do país (DEIA, 1989). Nos anos 1990, a disseminação das previsões se ampliou com o avanço das tecnologias da informação. Produtos e serviços meteorológicos começaram a ser amplamente divulgados na imprensa, mas também em sua própria *webpage* e/ou transmitidos eletronicamente na forma de boletins meteorológicos.



VI Reunião de Antropologia da Ciência e da Tecnologia

Instituto de Estudos Brasileiros, USP - 16 a 19 de maio de 2017

Deve se destacar que a divulgação da previsão do tempo não é a principal missão do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). Sua responsabilidade principal é o desenvolvimento e aperfeiçoamento de modelos numéricos de tempo, clima e ambiental, em escala global, regional, ou de maior resolução espacial (até 1 quilômetro). A divulgação das previsões é considerada uma atividade complementar. Pedidos de produtos e serviços específicos de previsão são cobrados, evitando o comprometimento das atividades de rotina do centro (CPTEC, 2016). O CPTEC também divulga mensalmente previsões de clima sazonal, as chamadas previsões de consenso, para até três meses, definidas a partir de reuniões científicas mensais realizadas entre instituições de pesquisa da área.

Mesmo não sendo parte de sua atribuição divulgar previsões e monitoramentos do tempo e clima, o CPTEC tem se dedicado a essas atividades ao longo de sua história, em parte como uma forma de avaliar suas previsões, mas também para atender demandas de diferentes setores do governo. Como exemplo, pode-se citar a geração de informações climáticas para subsidiar a formulação e gestão de políticas públicas para enfrentar a seca do Nordeste, ou ainda para gerenciar crises energéticas (NOBRE, 2012). Atualmente, o CPTEC fornece informações sobre as condições climáticas e do tempo para a ONS (Operadora Nacional do Setor Elétrico), que organiza e opera o sistema elétrico do país.

As previsões do CPTEC são divulgadas desde os anos 1990 pelo Jornal Nacional, da TV Globo, entre outros veículos de comunicação. Tal iniciativa permite angariar visibilidade às suas atividades, o que é considerado estratégico à sua sustentabilidade institucional. A oferta de previsões, serviços e produtos de tempo e clima nesses moldes se insere, de um lado, a um contexto político de disputas entre instituições e grupos de pesquisa por recursos materiais e simbólicos (notoriedade científica), o que Bourdieu (2001) chama de capital científico, e de outro, como a reprodução de padrões do modelo de ciência tradicional (Modo 1), com baixa ou nenhuma interação com o público. Por este modelo, o conhecimento gerado pelos centros de previsão é absorvido naturalmente pela sociedade. No entanto, estudos sobre o tema tem demonstrado que tal processo não ocorre de modo espontâneo. Além disso, desta forma, o grande volume de conhecimento gerado pela instituição é subaproveitado pelos usuários (KIRCHHOFF et al., 2013). Daí a necessidade de se estabelecer análises que partam de pressupostos diferentes, com base no Modo 2, que vislumbram modelos



VI Reunião de Antropologia da Ciência e da Tecnologia

Instituto de Estudos Brasileiros, USP - 16 a 19 de maio de 2017

integrativos de produção do conhecimento, isto é, com ampla participação dos usuários (JASANOFF, 1999; 2004; LEMOS, 2002; KIRCHHOFF et al., 2013).

Os esforços no entorno das atividades do CPTEC, um dos principais protagonistas da meteorologia do país, têm se direcionado à manutenção de suas atividades operacionais. No entanto, considerando a geração da previsão como parte de um sistema mais amplo, que inclui ainda a comunicação e seu uso em tomadas de decisão, boa parte de suas atenções estão voltadas a apenas um dos subprocessos da previsão. Tanto a comunicação como o uso das mesmas são parcialmente tratadas pelo CPTEC. Por outro lado, inexistente um sistema nacional de meteorologia no país que permita planejar e desenvolver de modo adequado todo o encadeamento integrado das atividades relacionadas às previsões.

Dentro desse contexto, poder-se-ia perguntar e questionar: afinal, para quem são geradas as previsões do CPTEC? O resultado de uma pesquisa realizada pelo CPTEC, entre 2009 e 2010, indica que os usuários de suas previsões são especialistas com alto grau de instrução, situados em diferentes ramos de atividade²². O *survey* foi aplicado a usuários inscritos em um cadastro, na época, de cerca de 10 mil nomes. A maioria possui nível técnico, superior, especialização e pós-graduação (mestrado, doutorado e pós-doutorado). Não se sabe, no entanto, de que modo os dados e produtos do CPTEC são utilizados na prática, muito embora sejam de interesse tanto de pessoas físicas - pesquisadores, profissionais liberais - como de pessoas jurídicas, empresas que utilizam tais dados em suas atividades.

De acordo com a pesquisa, os ganhos econômicos com uso das previsões são quase 10 vezes superiores ao orçamento do CPTEC. São estimados ganhos de R\$ 298 milhões contra R\$ 30 milhões do orçamento do CPTEC na época. Esta foi a única pesquisa do gênero realizada pelo CPTEC em toda a sua história com o objetivo de compreender o perfil, qualidade e ganhos econômicos com os serviços e produtos disponíveis em sua webpage.

22 TADEU, L. Perfil dos Usuários do CPTEC. 2010. Apresentação. Disponível em: <http://mtc-m16b.sid.inpe.br/rep/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2010/05.19.19.12?mirror=cptec.inpe.br/walmeida/2003/04.25.17.13&metadatarpository=sid.inpe.br/mtc-m17@80/2010/05.19.19.12.30>. Acesso em 24/04/2017.

4. Projeto de pesquisa: poucos resultados e muitas questões em aberto

As informações sobre o tempo e o clima, divulgadas na forma de previsões em websites de centros de monitoramento e alerta de riscos de eventos meteorológicos, são de extrema relevância para o setor agrícola. A agricultura é inerentemente sensível às condições climáticas e um dos setores mais vulneráveis aos riscos de tempo e clima (SIVAKUMAR, 2016, p. 2).

Frente a evolução das discussões científicas desenvolvidas nas últimas décadas sob a perspectiva da coprodução ou Modo 2 de produção do conhecimento, decidiu-se propor um projeto de pesquisa com o propósito de contemplar os pressupostos da interação entre produtores e pesquisadores, levando em conta os três subprocessos da geração das previsões de tempo e clima.

A escolha de produtores de assentamentos está vinculada ao fato desses atores sociais estarem engajados na estruturação de um modelo de produção socioambientalmente sustentável. A ecoagricultura contempla modelos de produção que associa a segurança alimentar e os meios de subsistências rurais com estratégias de conservação da biodiversidade e gestão de ecossistemas (MCNEELY e SHERR, 2009). Tal pressuposto está fazendo com que a escolha do grupo de produtores na região do Vale do Paraíba seja também de assentados. No entanto, como a pesquisa teve início com um grupo de produtores orgânicos, os resultados aqui apresentados estão ainda vinculados a estes produtores.

O projeto aborda, portanto, dois grupos distintos de agricultores: um no semiárido do Nordeste, no assentamento do Trangola, no Seridó, região centro-sul do estado, município de Currais Novos, no Rio Grande do Norte; e o outro situado na região do Vale do Paraíba paulista, em princípio focado em produtores orgânicos. Os assentados contam, em geral, com o apoio técnico de ONGs, grupos de pesquisa de universidades e instituições de pesquisa e de empresas públicas de assistência e apoio à agricultura familiar.

O projeto está estruturado em três fases distintas. A primeira delas tem como objetivo verificar de que modo o produtor agrícola estabelece suas estratégias de plantio, colheita e manejo durante o processo de produção, tendo em vista as mudanças nas condições de tempo e clima. Em uma segunda etapa, pretende-se reunir produtores, técnicos de instituições agrícolas e meteorológicas da região (município/estado) e do CPTEC/INPE para discutir e definir as possibilidades de produtos e serviços meteorológicos que possam ser utilizados na orientação do produtor em suas atividades.



VI Reunião de Antropologia da Ciência e da Tecnologia

Instituto de Estudos Brasileiros, USP - 16 a 19 de maio de 2017

Também seriam discutidas a frequência, conteúdos e linguagem de produtos e meios pelos quais as informações científicas chegariam até o produtor, tendo em vista o uso de tais informações nas práticas diárias do produtor. Em uma terceira etapa, quando um portfólio de produtos e serviço estiver consolidado e a infraestrutura necessária funcionando, será realizado um acompanhamento e avaliação junto aos produtores quanto à efetividade de tal modelo, devendo inclusive, nessa fase, serem realizados ajustes e treinamentos para uso adequado das informações.

As primeiras atividades de pesquisa, realizadas no início deste ano, envolveram a realização de entrevistas e conversas informais com produtores e presidentes de associação, tanto no Seridó, como no Vale do Paraíba. Concluiu-se que as previsões de tempo e clima fornecidas por centros e instituições de pesquisa não se configuram como meios de orientação adequados para as diferentes etapas de produção agrícola. Entre as barreiras e dificuldades apontadas no Seridó, inclui-se a falta de infraestrutura de rede de internet e de telefonia celular ou mesmo falta de condições financeiras para adquirir computadores, celulares através dos quais seriam feitas consultas às previsões. Além da falta de tais equipamentos, os escritórios locais de empresas públicas de apoio ao agricultor não oferecem informações sobre as condições de tempo e clima. Barreiras relacionadas à infraestrutura não são encontradas entre os produtores orgânicos do Vale do Paraíba, cuja região é beneficiada pelo atendimento de serviços de comunicação e telefonia, além destes produtores terem um poder aquisitivo maior que os do Seridó.

Além da falta de recursos materiais e de infraestrutura, as previsões de tempo e clima geradas são de baixa resolução espacial, não atendendo às necessidades do produtor, como relatou um produtor do Rio Grande do Norte. Outra dificuldade, não apontada nessas entrevistas, mas muito comentada entre profissionais da área, mesmo em países desenvolvidos, refere-se à comunicação das incertezas inerentes às previsões, tendo em vista sua natureza probabilística.

No semiárido Nordestino, a expectativa do agricultor está voltada para o início da estação chuvosa, que na região do Seridó (RN) se inicia no final de janeiro. Um produtor entrevistado afirma que espera chover cerca de 50 milímetros para então iniciar o plantio. As informações de acumulados de chuva são repassadas a partir da coleta de dados de uma estação meteorológica do INPE instalada no local, atividade inserida em um projeto de recuperação da vegetação local, em parceria com a Universidade Federal do Rio Grande do Norte. As atividades agrícolas são reduzidas a partir de



VI Reunião de Antropologia da Ciência e da Tecnologia

Instituto de Estudos Brasileiros, USP - 16 a 19 de maio de 2017

meados do ano, quando já não há mais chuvas e os reservatórios (naturais e cisternas) estão em níveis críticos.

Já na região do Vale do Paraíba, as condições climáticas permitem o cultivo ao longo de todo o ano. Um questionário foi aplicado a um pequeno grupo de produtores orgânicos, filiados à APROVAP (Associação dos Produtores Orgânicos do Vale do Paraíba), cujas propriedades estão em diferentes municípios da região, incluindo a Serra da Mantiqueira. De um total de 26 produtores, o questionário foi respondido por sete deles. Apesar do baixo número de entrevistados, foi possível detectar padrões de respostas relativas à percepção do tempo pelo produtor que permitem trazer novas questões ao desenvolvimento da pesquisa. Todos os produtores são proprietários de terras. A maioria das propriedades está na faixa de 1 a 20 hectares (1 hectare = 10 mil metros quadrados). Somente dois deles possuem propriedade acima de 40 hectares, uma delas com mais de 100 hectares, o que revela um padrão social muito diferente daquele no Rio Grande do Norte.

A maioria dos produtores conta com membros da família nas atividades do campo. Um deles apenas contrata trabalhadores. A maioria conta com financiamento para produzir e também para realizar melhorias de infraestrutura. O abastecimento de água é regular para a maioria dos produtores e todos se beneficiam de fontes naturais (nascente, rios, lagos etc.). A maioria também possui armazenamento de água. Metade respondeu que depende muito das chuvas, outra metade que depende pouco delas para produzir. Somente um agricultor afirmou não depender das chuvas.

Existe uma correlação entre abastecimento e armazenamento de água, dependência das chuvas, variedade de produtos agropecuários e produtividade (medida em período de estiagem). As respostas desta pesquisa indicam que aqueles que parecem ter um bom fornecimento de água ao longo do ano, não são muito afetados pela falta das chuvas, embora alguns mesmo tendo regularidade de abastecimento parecem se ressentir. No entanto, essa suscetibilidade pode estar relacionada tanto ao volume de água que o produtor tem acesso como também a quantidade/variedade de sua produção. Quanto a variedade da produção, a maioria dos produtores atua, principalmente, na agricultura, cultivando hortaliças e frutas, enquanto uma pequena parte desenvolve adicionalmente atividades de pecuária (bovino, suíno e avicultura - ovos).

A maioria dos produtores consulta a previsão do tempo diariamente, em geral, através de telejornais ou pela internet e com o objetivo associar tais informações a tomadas de decisão no dia-



VI Reunião de Antropologia da Ciência e da Tecnologia

Instituto de Estudos Brasileiros, USP - 16 a 19 de maio de 2017

a-dia da lavoura. As previsões de tempo podem ser úteis ao planejamento do ciclo produtivo, especialmente, para decidir o momento correto de preparar a terra, plantar e colher. Para a metade dos produtores, as previsões também podem ser úteis para decidir o momento certo de aplicar defensivos agrícolas.

Entre os fenômenos meteorológicos considerados prejudiciais à lavoura, a maioria indicou, em ordem decrescente: chuva de granizo, geada e chuvas fortes, com grande quantidade de água em poucas horas. A geada é considerada o evento de maior impacto negativo à lavoura. Por fim, a maioria diz perceber uma alteração no clima nos últimos anos, com temperaturas mais elevadas e maior incidência de chuvas fortes, ventos fortes e relâmpagos. Um deles acrescenta que as chuvas (possivelmente de verão) estão se concentrando, começam mais tarde, parando de chover mais cedo, embora a quantidade de chuva seja a mesma.

No encontro com os produtores, durante a reunião da APROVAP, ficou evidente o grande interesse pelas informações de tempo e clima. Os fenômenos meteorológicos e climáticos podem representar diferentes significados para o produtor. Se por um lado, a chuva pode (ou não) ser uma fonte de recursos hídricos relevante, por outro, pode representar um risco à produção dependendo de sua intensidade e frequência.

Contata-se que agricultor poderia se precaver melhor de eventos meteorológicos severos caso recebesse informações de tempo com certa antecedência. Geada e chuva de granizo são os principais vilões da lavoura. Para evitar perdas com a geada, produtores costumam utilizar técnicas para compensar as baixas temperaturas. Neste sentido, o envio de alertas de previsão de geadas poderia ser útil ao produtor. A Embrapa, responsável pelo Sistema de Monitoramento Agrometeorológico Agritempo, (<http://www.agritempo.gov.br/agritempo/index.jsp>), disponibiliza previsões de geada (para 3°C e 6°C), apresentando índice de risco, com até 96 horas de antecedência. Este serviço é desenvolvido em parceria com o CPTEC e há a possibilidade de utilizá-lo num eventual portfólio de serviços e produtos a partir desse projeto.

Nesta primeira sondagem, concluiu-se que produtores têm interesse de receber e utilizar informações de tempo e clima para auxiliá-los em diversos momentos de tomada de decisão na lavoura. No entanto, mesmo avançando na prospecção e definição de demandas por parte dos produtores e construindo as condições que viabilizem o desenvolvimento de produtos e serviços que

atendam tais demandas, a terceira etapa do projeto seria fundamental para levantar as dificuldades no uso das informações científicas no dia-a-dia. Somente a partir deste momento, seria possível retroalimentar o sistema proposto, de forma a aperfeiçoá-lo em um processo contínuo.

5. Considerações finais

Neste artigo, procurou-se retomar a discussão das relações entre ciência e sociedade, mostrando como abordagens no campo dos Estudos Sociais da Ciência vem tratando de forma diferenciada este tema, através de perspectivas *bottom up*, de coprodução, construções coletivas, entre outras. Modelos tradicionais de produção do conhecimento, do tipo Modo 1 (GIBBONS et al, 1994), tendem a estabelecer sua própria agenda de pesquisa, de forma autônoma, fortalecendo a produção do conhecimento na área, mas sem meios de integração com setores da sociedade que demandam informações científicas para resolver problemas sociais. A partir da crítica a este modelo, emergiu o Modo 2, no qual pesquisadores tendem a estabelecer elos mais fortes com a sociedade construindo conhecimentos a partir da maior participação do público.

A discussão foi direcionada ao campo aplicado das ciências meteorológicas, cujas pesquisas e desenvolvimentos geram previsões e monitoramentos de tempo, clima sazonal, ambientais e cenários de mudanças climáticas, entre outros produtos. Mostrou-se que apesar da argumentação de que a meteorologia beneficia diversas atividades econômicas e sociais, há poucas ou raras avaliações sobre o tema. Pouco se sabe sobre o perfil dos usuários de tais informações científicas, e muito menos se produtos e serviços meteorológicos são efetivamente utilizados em tomadas de decisão. Conclui-se daí, que instituições de pesquisa e centros de previsão, principalmente no país, permanecem desenvolvendo uma ciência cujos padrões estão ainda muito associados ao Modo 1.

O artigo apresenta uma tendência crescente, em países desenvolvidos, de projetos que estabelecem meios de interação com o público traduzindo resultados focados em soluções de problemas sociais. O mais recente estímulo nesse sentido tem sido o GFCS (*Global Framework for Climate Services*), promovido pela Organização Meteorológica Mundial (WMO).

Com base nessas tendências internacionais, o artigo apresenta um projeto de pesquisa que tem como pressuposto o argumento de que previsões devem ser concebidas como um sistema



VI Reunião de Antropologia da Ciência e da Tecnologia

Instituto de Estudos Brasileiros, USP - 16 a 19 de maio de 2017

abrangente, no qual a geração da previsão configura-se como um dos subprocessos, fazendo parte desse sistema outros dois subprocessos: de comunicação e uso das previsões em tomadas de decisão (HOOK e PIELKE, 2000).

Dentro dessa perspectiva, que assume uma relação entre ciência e sociedade baseada no Modo 2 de produção do conhecimento, a pesquisa deve estabelecer uma conexão mais estreita entre o campo científico e as necessidades dos usuários, neste caso produtores (agricultura familiar) situados no Semiárido Nordestino e no Vale Paraíba, no Estado de São Paulo.

O projeto ainda se encontra em fase inicial, mas logo nas primeiras sondagens, entrevistas com produtores, presidente de associação, constata-se a baixa utilização de previsões no dia a dia das tomadas de decisão no campo. Por um lado, verifica-se que as previsões a que tem acesso – apresentadas pelos meios de comunicação locais, no Rio Grande do Norte – não atendem às suas necessidades, pois são geradas e informadas com baixa resolução espacial, e o comportamento do clima é diferente de uma região a outra, embora próximas dentro do próprio estado. Por outro lado, verificam-se demandas muito específicas para os produtores nas duas regiões. Os produtores do Vale do Paraíba apontam as geadas e a chuva de granizo como os eventos mais danosos à lavoura, enquanto no Semiárido, as expectativas ficam no entorno do início da estação chuvosa e do momento adequado para fazer o plantio, de acordo com um dos produtores, quando as chuvas acumuladas atingem 50 milímetros.

Os primeiros resultados da pesquisa mostram que há um grande potencial de trabalho sob tal abordagem. Uma das maiores dificuldades para levar o projeto a frente é a falta de apoio institucional, já que o modelo de produção de conhecimento ainda hegemônico no país é aquele vinculado ao Modo 1. Grandes contribuições poderiam ser oferecidas pelas ciências sociais nessa área, inseridas em um contexto transdisciplinar de produção do conhecimento. Não somente para quantificar perdas, mas para prospectar demandas e estabelecer conexões necessárias entre o campo da ciência e setores da sociedade que demandam por informações científicas, principalmente aqueles que vivem em situações sociais desfavoráveis, e, portanto, mais vulneráveis aos eventos meteorológicos extremos.

A transformação do Modo 1 para o Modo 2 de produção do conhecimento não se realiza sem que haja um esforço de convencimento de lideranças científicas e implementação de políticas científicas. No entanto, essa mudança de perspectiva pode ser favorecida por tendências que se



VI Reunião de Antropologia da Ciência e da Tecnologia

Instituto de Estudos Brasileiros, USP - 16 a 19 de maio de 2017

originam no campo internacional da ciência. Neste sentido, projetos como o RISA, da NOAA, EUPORIAS, financiado pela União Europeia, e aqueles que emergem sob o guarda-chuva dos “serviços climáticos”, apoiados pela WMO, são importantes referências de modelos de pesquisa.

Projetos vinculados à perspectiva dos serviços climáticos surgem em meio às discussões científicas provenientes das mudanças e variabilidades climáticas. Isso parece restringir o escopo das atividades científicas sob tal terminologia. E terminologias apontam direcionamentos epistemológicos, ênfases a certos temas em detrimento de outros, recortes de campos científicos-disciplinares, e manejos analíticos e metodológicos específicos, o que, por sua vez, traduz preferências, tendências e valores. A ciência não é neutra e, portanto, deve abrir espaço a questões reflexivas, ou seja, a ciência que estuda a ciência deve também ser objeto de análise e discussão (BOURDIE, 2001).

Chamamos a atenção para tal aspecto com o objetivo de defender que a abordagem dos serviços climáticos seja ampliada para a geração e usos de conhecimentos relacionados também às previsões de tempo de curto e médio prazos (de 1 a 15 dias) e não somente àquelas que se referem a escalas de tempo estendidas, que variam de um mês (clima sazonal) a décadas ou mesmo séculos (cenários de mudanças climáticas), que estão hoje no escopo dos estudos de serviços climáticos.

6. Referencias bibliográficas:

AGRAWALA, S.; BROAD, K.; GUSTON, D.H. Integrating Climate Forecasts and Societal Decision Making: Challenges to an Emergent Boundary Organization. **Science Technology Human Values**. Vol. 26 No. 4, 454-477, 2001.

BAETHGEN, W.E.; BERTERRETICHE, M.; GIMENEZ, A. Informing Decisions and Policy: the national agricultural information system of Uruguay. **Agrometeoros**. Passo Fundo: v.24, n.1, p.97-112, out. 2016.

BOURDIE, P. **Para uma Sociologia da Ciência**. Lisboa: Edições 70, 2001.

CARAMORI, P.H. Agrometeorologia operacional no estado do Paraná. **Agrometeoros**. Passo Fundo: v.24, n.1, p.65-70, out., 2016.



VI Reunião de Antropologia da Ciência e da Tecnologia

Instituto de Estudos Brasileiros, USP - 16 a 19 de maio de 2017

CARR, RH et al. Effectively Communicating Risk and Uncertainty to the Public: Assessing the National Weather Service's Flood Forecast and Warning Tools. **Bulletin of the American Meteorological Society (BAMS)**, vol. 97, n. 9, setembro, p. 1649-1665, 2016. Disponível em: <http://journals.ametsoc.org/doi/full/10.1175/BAMS-D-14-00248.1>. Acesso em: 10/04/2017.

CPTEC/INPE. Contratação de serviços disponibilizados pelo INPE/CPTEC, 2016. Disponível em: http://www.cptec.inpe.br/~rwww1/pdf/Servicos_Oferecidos_pelo_CPTEC.pdf. Acesso em 06/04/2017.

DEIA, C. INPE terá supercomputador para previsão do tempo. **Espacial**, ano XVIII, n. 75, outubro de 1989.

DOSWELL, C.A.; BROOKS, H.E. **Budget cutting and the value of weather services. Weather and Forecasting**, v.13, p. 206-212, 1999.

EDWARDS, P. **A Vast Machine: Computer Models, Climate Data, and the Politics of Global Warming**. Cambridge: The MIT Press, 2010.

ELIAS, Marlene, ex-chefe da Divisão de Instrumentação e Sistemas, do Departamento de Meteorologia entre 1976 e 1983. Depoimento concedido via correio eletrônico, outubro de 2005.

ELZINGA, A.; JAMISON, A. Changing policy agendas in science and technology. In: JASANOFF, S. M. G. E.; PETERSEN, J. C.; PINCH, T. **Handbook of science and technology studies**. Thousand Oaks, Calif: Sage Publications, p. 572-597, 1995.

GIBBONNS et al. **The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies**. London: Sage, 1994.

HARPER, K. Research from Boudary Layer: Civilian Leadership, Military Funding and the Development of Numerical Weather Prediction (1946-55). **Social Studies of Science**, n. 33, p.667-696, 2003.

HOOK, W.H.; PIELKE, R.A. Jr. Short-Term Weather Prediction: An Orchestra in Need of a Conductor. In: SAREWITZ, D.; PIELKE, R.A. Jr; BTERLY, R. Jr. **Prediction: Science, Decision Making, and the Future of Nature**. Washington DC; Covelo, California: Island Press, 2000.



VI Reunião de Antropologia da Ciência e da Tecnologia

Instituto de Estudos Brasileiros, USP - 16 a 19 de maio de 2017

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Plano estratégico 2015-2024**. Brasília, DF, 2015.

INPE (CNPq). **Resumo dos 10 primeiros anos de atividades da CNAE (1061-1971)**. Relatório LAFE-161, 27/07/1971.

JASANOFF, S. The idiom of co-production. In JASANOFF, S (ed.) **States of Knowledge: the Co-Production of Science and Social Order**. London, Routledge, Taylor & Francis, pp. 1-12, 2004.

JASANOFF, S. STS and Public Policy: Getting Beyond Deconstruction. **Science, Technology and Society**, vol. 4, n. 1, p 59-72, 1999.

KIRCHHOFF, C.J.; LEMOS, M.L.; DESSAI, S. Actionable Knowledge for Environmental Decision Making: Broadening the Usability of Climate Science. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 38, p. 393–414, 2013.

KNORR-CETINA, K. Scientific communities or transepistemic arenas of research? A critique of quasi economic models of science. **Social Studies of Science**, n. 12, p. 101-130, 1982.

LATOUR, B. From the world of science to the world of research? **Science Magazine** 280 (5361), p. 208–209, 1998.

LEMOS, M.L. et al. The use of seasonal climate forecasting in policymaking lesson form Northeast Brazil. **Climatic Change**, v 55, p 479–507, 2002.

LEMOS, M.C.; MOREHOUSE, B.J. The co-production of science and policy in integrated climate assessments. **Global Environmental Change**, v. 15, p 57-68, 2005.

LEMOS, M.L. Drought, Governance and Adaptive Capacity in North East Brazil: A Case Study of Ceará. In: **Human Development Report 2007/2008: Fighting climate change: Human solidarity in a divided world**. UNDP, p 1-16, 2008. Disponível em: <http://hdr.undp.org/en/content/drought-governance-and-adaptive-capacity-north-east-brazil>. Acesso em: 28/04/2017.

LEMOS, et al. Narrowing the climate information usability gap. **Nature Climate Change**, v. 2, nov. 2012.

LYNCH, P. The origins of computer weather prediction and climate modeling. **Journal of Computational Physics**, v. 227, p. 3431-3444, 2008.



VI Reunião de Antropologia da Ciência e da Tecnologia
Instituto de Estudos Brasileiros, USP - 16 a 19 de maio de 2017

MACNEELY, J.A; SHERR, S.J. **Ecoagricultura: alimentação do mundo e biodiversidade**. São Paulo: Editora Senac, 2009.

MEIRY, S.S. et al. Sistemas de informações agrometeorológicas da FUNCEME. **Agrometeoros**. Passo Fundo: v.24, n.1, p. 87-96, out., 2016.

MOURA, D.; FORTES, L. The Brazilian National Institute of Meteorology (INMET) and its contributions to agrometeorology. **Agrometeoros**. Passo Fundo, v.24, n.1, p.15-27, out.2016.

NOBRE, Carlos. Ex-chefe e coordenador do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE). Depoimento, 2012.

PIELKE, R.A Jr.. Who decides? Forecasts and responsibilities in the 1997 Red River flood. **Applied Behavioral Science Review**, v. 7, p. 1-19, 1999.

_____. Policy responses to the 1997/1998 El Niño: Implications for forecast value and the future of climate services. In **The 1997/1998 El Niño in the United States**, S. Changnon, ed. Oxford, Inglaterra: Oxford University Press, 2000.

ROEBBER P.J.; BOSART, L.F. The complex relationship between forecast skill and forecast value: A real-word comparison. **Weather Forecasting**, v. 11, p. 544-559, 1996.

SAREWITZ, D.; PIELKE, R.A. Jr; BTERLY, R. Jr. **Prediction: Science, Decision Making, and the Future of Nature**. Washington DC; Covelo, California: Island Press, 2000.

TADEU, L. Perfil dos Usuários do CPTEC. 2010. Apresentação. Disponível em: <http://mtc-m16b.sid.inpe.br/rep/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2010/05.19.19.12?mirror=cptec.inpe.br/walmeida/2003/04.25.17.13&metadatarepository=sid.inpe.br/mtc-m17@80/2010/05.19.19.12.30>. Acesso em 24/04/2017.

TADDEI, R. **Of clouds and streams, prophets and profits: the political semiotics of climate and water in the Brazilian Northeast**. Dissertação. Department of Anthropology, Columbia University. 2005

WMO. GFCS. **Implementation Plan of the Global Framework for Climate Services**, 2014. Disponível em: http://www.gfcs-climate.org/sites/default/files/implementation-plan//GFCS-IMPLEMENTATION-PLAN-FINAL-14211_en.pdf. Acesso em: 12/04/2017.



VI Reunião de Antropologia da Ciência e da Tecnologia

Instituto de Estudos Brasileiros, USP - 16 a 19 de maio de 2017

SIVAKUMAR, V.K. Agrometeorological strategies for reducing impacts of natural disasters in agriculture. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.24, n.1, p.121-129, out. 2016.

SHUMAN, Frederick. History of Numerical Weather Prediction at the National Meteorological Center. **Weather and Forecasting**, v. 4, sept, p. 286-296, 1989.

VAUGHAN, C., DESSAI, S. Climate services for society: origins, institutional arrangements, and design elements for an evaluation framework. **WIREs Clim Change**, v. 5, p. 587–603, 2014.

VISLOCKY, R.L. FRITSCH, J.M.; DiRIENZO, S.N. Operational omission and misuse of numerical precipitation probabilities. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 76, p. 49-52, 1995.