

# **Rede Tecno-Econômica mobilizada para a geração de inovações em agrometeorologia: o caso do sistema Agritempo**

Martha Bambini - Embrapa Informática Agropecuária

André Tosi Furtado - Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas

## **Resumo**

Este trabalho descreve a conformação e a dinâmica de um arranjo de atores heterogêneos formado para o desenvolvimento e operacionalização do Sistema de Monitoramento Agrometeorológico – Agritempo. A pesquisa conduzida teve um caráter qualitativo, buscando promover um estudo descritivo e analítico do processo de geração de inovações em rede. A metodologia empregada foi o estudo de caso e a unidade de análise selecionada foi a rede de atores mobilizados pelo Sistema Agritempo.

O Agritempo é um sistema de base *web* que disponibiliza gratuitamente via Internet informações meteorológicas e agrometeorológicas com cobertura para todo o território brasileiro. Este sistema foi desenvolvido principalmente pela Embrapa Informática Agropecuária e pelo Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura – Cepagri, vinculado à Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. A fim de fortalecer a base de dados do sistema e desenvolver ações de pesquisa colaborativa em agrometeorologia foi mobilizada uma rede colaborativa envolvendo cerca de 40 instituições e mais de 1.300 estações de observação meteorológicas. Este arranjo, ou rede, compreende diversas categorias de atores como instituições públicas de pesquisa, universidades, empresas privadas, órgãos governamentais e usuários individuais.

Considerando que esta ação em rede foi desenvolvida no campo da meteorologia e agrometeorologia, destaca-se a importância de uma análise sócio-técnica relacionada ao setor, tendo em vista a influência do contexto para o processo inovativo em rede (PAVITT, 2003). Neste caso, destaca-se a utilização intensiva de múltiplas fontes de dados e de modernas tecnologias de informação e comunicação visando à geração de inovações em agrometeorologia.

Esta ação em rede possibilitou a construção de uma base de dados com cobertura nacional, a geração de novas tecnologias na forma de módulos e funcionalidades do sistema *web*, bem como a geração diária de diversos produtos agrometeorológicos disponibilizados no *website* como mapas de monitoramento (envolvendo estiagem, água disponível no solo, necessidade de reposição por chuva, precipitação) e mapas de previsão (envolvendo tratamento fitossanitário, necessidade de irrigação, evapotranspiração, condições para manejo do solo e colheita, previsões de temperatura mínima e média e previsão de precipitação).

Dentre os principais resultados da pesquisa conduzida estão: o mapeamento da rede mobilizada e a análise das formas de coordenação empreendidas para garantir a durabilidade da rede e para favorecer a geração de conhecimento e inovações. Para estudar o processo inovativo em rede bem como as estratégias de coordenação empregadas foi utilizado o arcabouço conceitual desenvolvido pela Sociologia da Inovação embasado pelo conceito de Rede Tecno-Econômica (CALLON, 1991;1992). Este estudo de caso evidencia a relevância do estabelecimento de múltiplas formas de coordenação a fim de promover a convergência de

redes tecno-econômicas. Dentre as formas de coordenação empregadas temos: relações de confiança, colégios invisíveis, liderança institucional e individual bem como a influência das estruturas institucionais da Embrapa. Esta associação de formas de coordenação estabelece um ambiente favorável para a circulação de dados, informações e conhecimentos (tácitos e codificados) entre os parceiros, contribuindo para a geração de inovações e para a criação de novos conhecimentos no campo da agrometeorologia.

**Palavras-chave:** 1. Inovação. 2. Rede Tecno-Econômica 3. Agrometeorologia 4. Pesquisa Agropecuária 5. Tecnologia da informação e comunicação

## **Introdução**

Autores de estudos relacionados à Economia e à Sociologia da Inovação vêm enfatizando desde a década de 1980, o caráter interativo, adaptativo e multifacetado do processo inovativo, fruto de decisões, negociações e intercâmbios efetuados em meio a arranjos heterogêneos compostos por vários interlocutores como institutos de pesquisa, universidades e empresas, dentre outras organizações. Estes arranjos – geralmente denominados redes – vem se estabelecendo como um importante *locus* do processo inovativo.

O objetivo deste trabalho é descrever os processos de coordenação desenvolvidos na rede de atores mobilizada pelo Sistema de Monitoramento Agrometeorológico – Agritempo (2010), envolvendo a interação entre atores heterogêneos como instituições públicas de pesquisa, universidades, empresas, órgãos governamentais e usuários.

O Agritempo é um sistema informatizado que disponibiliza gratuitamente na Internet, desde 2003, dados e informações agrometeorológicas visando atender a várias categorias de usuários como técnicos do Governo Federal, produtores agrícolas, associações e cooperativas, instituições de pesquisa agrícola, universidades, secretarias de governos estaduais e empresas privadas, dentre outros usuários. Este sistema foi pioneiro no fornecimento gratuito e *on-line* de informações agrometeorológicas com cobertura para o território brasileiro. As iniciativas anteriores tinham abrangência estadual ou regional; não atendendo ao território nacional. O desenvolvimento e operacionalização do sistema Agritempo foi resultado de uma ação coordenada de mais de 40 organizações, mobilizando uma rede de 1.380 estações meteorológicas.

O método utilizado para analisar esta experiência foi o estudo de caso, por intermédio do mapeamento e estudo da rede de atores mobilizada para o desenvolvimento e operacionalização do sistema Agritempo. Buscou-se, com esta pesquisa promover uma análise sociotécnica de um arranjo coordenado de organizações atuando no setor de Agrometeorologia – uma especialização da Meteorologia. Para o desenvolvimento e estruturação de uma base de dados meteorológica com cobertura nacional foi necessário mobilizar uma rede de atores com o intuito de compartilhar competências, dados, equipamentos e recursos financeiros.

O sistema, desenvolvido a partir de um projeto de pesquisa financiado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, por pesquisadores e técnicos da Embrapa Informática Agropecuária e pelo Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura vinculado à Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, disponibilizou gratuitamente informações agrometeorológicas que podem ser aplicadas na tomada de decisão ao nível da

propriedade rural, no desenvolvimento de estudos e pesquisas em agrometeorologia e no apoio a políticas públicas governamentais associadas ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA e à Secretaria da Agricultura Familiar – SEAF do Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA.

Em relação ao modelo de negócios adotado, considera-se que a estratégia de disponibilização gratuita de dados e informações agrometeorológicas é inovadora, tendo em vista que muitas organizações do setor meteorológico praticavam (e ainda praticam) a venda de dados a fim de reverter recursos para a instituição geradora do dado.

O próximo item deste trabalho contempla o referencial de literatura associado ao desenvolvimento da pesquisa. O item 1.1 descreve o papel das redes como um importante locus do processo inovativo, relacionando a formação deste tipo de arranjo organizacional ao aumento da complexidade do ambiente de Ciência, Tecnologia e Inovação – CT&I. Este item descreve ainda conceitos associados ao processo inovativo em rede como os instrumentos associados ao conceito de Rede Tecno-Econômica (CALLON, 1991;1992) e a influência das Tecnologias de Informação e Comunicação neste processo. O item 1.2 apresenta o Sistema Embrapa de Gestão – SEG. O item 1.3, por sua vez, promove uma caracterização do setor Meteorológico e da Agrometeorologia, tendo em vista a influência do setor sobre ao processo inovativo a ele associado (PAVITT, 2003).

O item 2 especifica as estratégias metodológicas empreendidas e as etapas da pesquisa. Na sequência, o item 3 descreve os resultados do estudo de caso conduzido envolvendo o mapeamento da Rede Tecno-Econômica mobilizada e das formas de coordenação estabelecidas. No item 4 são efetuadas as considerações finais, seguidas pelas referências bibliográficas.

## **1. Revisão de Literatura**

### **1.1 Redes , Inovação e Tecnologias de Informação e Comunicação - TICs**

Vários trabalhos descrevem a rede inter-organizacional como um importante locus do processo inovativo (dentre eles, POWELL ET AL, 1996; ARUJA, 2000), que ocorre por intermédio da interação de atores heterogêneos – sejam institutos de pesquisa públicos ou privados, universidades ou empresas – que recebem *inputs* e *feedbacks* a partir dos relacionamentos firmados.

Segundo Powell et al (1996): “*uma rede serve como locus para a inovação porque provê acesso oportuno ao conhecimento e a recursos que não estariam disponíveis de outra forma*” (p.119). Os autores apontam algumas motivações das organizações em formar acordos cooperativos: ganhar acesso mais rápido aos mercados ou a novas tecnologias; obter benefícios de economias de escala decorrentes de pesquisa ou produção conjunta; alcançar fontes de *know-how* ou competências localizadas fora das fronteiras da firma; e compartilhar os riscos de atividades que estão acima do escopo ou capacidade de uma única organização.

A forma do arranjo acaba sendo customizada em função das necessidades das respectivas partes; busca-se promover estratégias inovativas colaborativas, sem abdicar da identidade e da personalidade de cada parceiro. As relações em rede envolvem reciprocidade, reputação e

confiança, bem como um conjunto de formas de governança multilaterais, mais brandas. A coordenação da rede pode se basear em um tipo de hierarquia ou refletir uma autoridade distribuída, composta por inter-relacionamentos recombinaíveis, obtendo vantagens distintas da firma individual (DEBRESSON ET AMESSE, 1991).

Uma abordagem que analisa as redes formadas entre atores heterogêneos para a geração de inovações é descrita por intermédio do conceito de Rede Tecno-Econômica – RTE, conceito introduzido na década de 1990, por pesquisadores da área de Sociologia da Inovação, com o objetivo de analisar programas de pesquisa europeus (CALLON ET AL, 1992).

Uma Rede Tecno-Econômica pode ser caracterizada como um conjunto coordenado de atores heterogêneos como laboratórios de pesquisa públicos, centros de pesquisa tecnológica, empresas, organismos financiadores, usuários, agências do governo. Estes atores participam coletivamente da concepção, da elaboração, da produção e da distribuição de processos de produção, de bens e serviços, que podem (ou não) resultar em transações comerciais (CALLON, 1992).

Esta abordagem enfatiza o papel dos produtos gerados (intermediários) na conformação da rede. Intermediários podem ser documentos escritos (publicações, patentes), competências incorporadas (aos pesquisadores e engenheiros que se movem entre as instituições), objetos técnicos mais ou menos elaborados (como protótipos, máquinas e produtos destinados ao consumidor final) bem como dinheiro (por intermédio de contratos de cooperação entre um centro de pesquisa e uma empresa, empréstimos financeiros ou compras de produtos), além de outros pedidos e trocas informais, reveladores de duas modalidades de coordenação destacadas pelos economistas: a hierarquia e as relações de confiança.

A dinâmica de uma RTE, ou seja, a evolução dos atores e das configurações, estabelecidas a partir da transformação dos intermediários em circulação, coincide com a dinâmica do processo inovativo. Alguns indicadores são definidos para analisar a morfologia de uma RTE buscando compreender as diferentes configurações que a rede pode assumir e acompanhar sua evolução.

O conceito de tradução é importante para a compreensão da dinâmica de uma RTE. A tradução envolve os diferentes “entendimentos” que os atores possuem em relação a si mesmos e aos outros atores com os quais se relacionam. Quando a percepção de um ator sobre outro é semelhante à percepção deste sobre ele mesmo, podemos dizer que as traduções concordam entre si e promovem o alinhamento da rede, facilitando a comunicação e a circulação de informação entre atores (CALLON, 1992).

Outro importante indicador para a análise de uma RTE é o grau de integração da rede, representado por seu grau de dispersão ou de convergência. A convergência se refere ao grau de acordo engendrado por uma série de traduções e por vários tipos de intermediários que as operam, permitindo identificar as fronteiras de uma RTE (CALLON, 1991). Callon et al (1992) indicam que, em uma rede fortemente convergente, qualquer ator, independente de sua posição (pesquisador, engenheiro, vendedor, usuário) pode mobilizar em qualquer tempo as competências existentes na rede sem envolver grandes adaptações ou decodificações.

Dois dimensões definem a convergência de uma RTE: o alinhamento e a coordenação. O alinhamento envolve o grau de concordância no processo de tradução, e pode ser afetado por sua complexidade e pelas convenções implícitas ou explícitas que regulam a ação da rede – ou seja, por seu grau de coordenação.

Callon (1991) indica que em uma rede heterogênea, várias modalidades de coordenação podem se justapor como: mercado, organização, confiança, reconhecimento. Cada uma delas envolve um conjunto específico de convenções que definem regimes de tradução assim como categorias específicas de intermediários que suportam estas traduções.

Outro processo importante é a irreversibilização de uma RTE que se relaciona à existência de traduções duráveis e robustas, resistentes a assaltos de traduções concorrentes. Callon (1991) considera que esta característica é relacional e envolve uma luta estabelecida pelo desenvolvimento de traduções concorrentes em função da atuação dos atores envolvidos. Uma tradução será mais irreversível quando as outras mais prováveis a substituí-las virão no sentido de completá-la ou prolongá-la.

Em relação ao contexto inovativo, pode-se dizer que as mudanças decorrentes da chamada revolução das TICs acabaram por configurar um novo paradigma tecnológico e de negócios criando um novo ambiente, descrito na literatura sob várias denominações: economia baseada no conhecimento (OECD, 1996); nova economia (ATKINSON, 2004); sociedade em rede (CASTELS, 1999); economia do aprendizado (LUNVALL, 2007).

Este novo contexto vem cada vez mais influenciando o processo inovativo em rede, imprimindo maior rapidez e mais facilidades de comunicação entre indivíduos distantes entre si. Ao mesmo tempo, oferece novas ferramentas para a automação de tarefas e para o tratamento, gestão e compartilhamento da informação, incentivando o processo de codificação do conhecimento.

Teece (2000) aponta que nesta nova era fica claro que a principal vantagem competitiva das firmas reside na habilidade de criar, transformar, utilizar e proteger ativos de conhecimento, especialmente aqueles de difícil imitação. A geração e circulação de conhecimento entre organizações por intermédio de parcerias e de redes formais e informais é um processo crucial para a geração de inovações (OECD, 1996).

Inovação, aprendizado e criação do conhecimento são processos inter-relacionados; o conhecimento é um importante insumo e também um produto do processo inovativo. O processo de criação de novos conhecimentos é dinâmico e envolve a interação entre o conhecimento tácito (não articulado) e o conhecimento codificado (explícito) em um processo de conversão (NONAKA ET AL, 2000). Autores como Nonaka et al (2000) e Teece (2000) destacam que o gerenciamento do processo de criação e transformação de conhecimento ainda envolve desafios, tendo em vista de que ainda não se possui amplo entendimento de como as organizações e seus profissionais criam e gerenciam dinamicamente o conhecimento..

Em relação ao novo paradigma das TICs, Castells (2003) faz referência a um novo modelo de negócios baseado na “empresa em rede” descrita como uma forma organizacional que se reconfigura constantemente, construída em torno de projetos que resultam da cooperação de diferentes atores, integrantes de diferentes firmas, que se juntam durante a execução de determinados projetos.

Neste novo contexto, as informações são processadas entre as empresas e circulam por redes sejam redes de computadores, redes pessoais (sociais) ou redes inter-organizacionais e intra-organizacionais (CASTELLS, 1999). A coordenação entre as funções e os recursos disponíveis para concretização dos projetos propostos nem sempre é fácil, tendo em vista que este modelo de negócios envolve estruturas complexas e relacionamentos entre instituições diferentes. Neste caso, a infra-estrutura física das redes de computadores apoia o desenvolvimento de

interações e relacionamentos entre as organizações, permitindo oferecer flexibilidade e adaptabilidade, de forma a administrar a complexidade (CASTELLS, 2003).

## **1.2 O Sistema Embrapa de Gestão e a Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em rede**

O Agritempo foi desenvolvido por intermédio do projeto de pesquisa intitulado “Desenvolvimento e evolução de um sistema de monitoramento agroclimatológico para o estado de São Paulo”, submetido em 2001 a um Edital do Macroprograma 2 do Sistema Embrapa de Gestão - SEG.

O Sistema Embrapa de Gestão – SEG é uma forma de organização utilizada pela Embrapa para planejamento e coordenação de suas atividades de pesquisa e desenvolvimento, transferência de tecnologia, comunicação e desenvolvimento institucional (EMBRAPA, 2011). Esta estrutura busca induzir e promove a formação de arranjos inter-organizacionais para lidar com a crescente complexidade do cenário de Ciência, Tecnologia e Inovação relacionado ao Agronegócio. No âmbito do SEG, a Embrapa criou a figura de um Comitê Gestor de Programação que visa implementar instrumentos de indução e gestão de carteiras de projetos de pesquisas a fim de atender às metas estratégicas da instituição e garantir a qualidade técnica, científica e o mérito estratégico da programação.

O Comitê Gestor de Programação é responsável pela gestão de vários Macroprogramas, orientados para a gestão de carteiras de diferentes tipos de projetos, de fontes de financiamento e formas de indução específicas. Cada Macroprograma possui características próprias quanto à estrutura de suas equipes de projeto e de seus arranjos institucionais (EMBRAPA, 2011). O Macroprograma 2, financiador do desenvolvimento do sistema Agritempo, se relaciona a competitividade e sustentabilidade setorial e envolve redes com menor complexidade .

A estratégia de indução de projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em rede vem sendo seguida pela Embrapa desde fins da década de 1990 e início dos anos 2000. Além de selecionar parceiros externos visando agregar competências não disponíveis na Embrapa, busca-se também a coordenação de ações promovidas entre as próprias unidades da empresa evitando a sobreposição de atividades e otimizando os recursos da empresa.

A otimização dos recursos internos à empresa é um objetivo importante para a Embrapa tendo em vista possuir uma estrutura organizacional com mais de 9.000 empregados, que se dividem em 43 unidades de pesquisa, 14 unidades administrativas e 3 unidades de serviço cobrindo todo o território nacional<sup>1</sup>.

Desta forma, a Embrapa se caracteriza como a própria “empresa em rede” descrita por Castells (1999): uma empresa que mudou seu modelo organizacional a fim de adaptar-se às condições de imprevisibilidade geradas pelas velozes transformações econômicas e tecnológicas do contexto atual. Pode-se dizer que o conceito de rede é inerente à Embrapa, tanto em relação à sua estrutura interna quanto em relação ao estabelecimento de parcerias com diversas categorias de organismos e instituições (PORQUE, 2011).

No entanto, apesar da indução de ações em rede, ainda existem dificuldades administrativas

---

<sup>1</sup> Além desta estrutura, a empresa possui laboratórios no exterior (Estados Unidos, França, Holanda, Inglaterra e Coreia do Sul) e projetos estabelecidos na África (Gana, Moçambique, Mali, Senegal) e na América do Sul (Venezuela).

relacionadas à celebração de contratos com os parceiros; às normas financeiras relacionadas a procedimentos de aquisição de equipamentos e na própria estrutura de gestão de projetos. O atual Plano Diretor da Embrapa (EMBRAPA, 2011) indica a necessidade de buscar maior flexibilidade e agilidade nas práticas gerenciais da empresa.

Em relação ao sistema Agritempo, podemos dizer que a existência de uma estrutura voltada para a indução de projetos em rede contribuiu positivamente a própria convergência da rede mobilizada, conforme será descrito no item 3.

### **1.3 Caracterizando o campo da Meteorologia**

As análises efetuadas neste trabalho buscam somar-se aos estudos de Barboza (2002) e Silva (2003) no que se refere a uma análise da Meteorologia do ponto de vista das Ciências Humanas. A Meteorologia é uma ciência relativamente jovem, se comparada à Matemática ou à Física. Este campo científico tem ganhado destaque desde a segunda metade do século XX, possivelmente em virtude da significância das preocupações sociais e do crescente relacionado a possíveis alterações climáticas e seu impacto em relação ao ambiente e ao ser humano.

Em relação à evolução científica e tecnológica da Meteorologia, esta se dá principalmente a partir do século XVII com a invenção de equipamentos de coleta de dados mais precisos, envolvendo variáveis como temperatura e pressão atmosférica. Já a evolução organizacional do setor ocorre mais fortemente no século XIX com a proliferação de redes de observação meteorológica cuja comunicação era efetuada pelo telégrafo, inventado em 1850.

O progresso tecnológico – representado pela invenção de instrumentos de medição mais precisos e com registro automático e pela própria invenção do telégrafo que passou a permitir rápida e precisa transmissão dos dados coletados para grandes distâncias – foi um dos grandes viabilizadores do crescimento e fortalecimento das redes de observação. O telégrafo favoreceu incentivou a criação de várias sociedades meteorológicas com muitas unidades de observação, cobrindo grandes áreas, possibilitando o desenvolvimento do método sinóptico de previsão do tempo. Ainda neste período os governos nacionais começaram a se interessar pelas informações geradas por estas redes, financiando muitas iniciativas.

Algumas características marcam assim o início da institucionalização da Meteorologia no século: a formação de redes, o apoio e financiamento governamental, a criação de associações entre meteorologistas.

No entanto, as redes tiveram que lidar com questões operacionais, relacionadas a procedimentos de medição como periodicidade das medidas e padronização de escalas de equipamentos utilizados. Nem com a fundação da Organização Meteorológica Internacional – IMO, em 1879, se encerraram as disputas relacionadas aos padrões da Meteorologia.

Considerando que a Meteorologia é uma ciência extremamente dependente de observações de campo para seu desenvolvimento e evolução, o uso intensivo de TICs, ocorrido a partir do século XX, foi fundamental para a evolução deste campo científico. Estas ferramentas auxiliam os processos de coleta e recepção de dados (transmitidos por estações localizadas em vários pontos diferentes da atmosfera), nas etapas de cálculos e de armazenamento de dados bem como em sua disponibilização a diferentes grupos de pesquisa (via Internet).

O cálculo de previsões numéricas do tempo – avanço que ocorreu na década de 1950 - foi resultado da reunião de vários fatores como: disponibilidade de dados meteorológicos, de equações de previsão, de capacidade de processamento computacional, de competências técnicas advindas de vários países, de recursos financeiros e do apoio de várias instituições. Várias facetas da comunidade meteorológica foram envolvidas – acadêmicos e representantes do governo; teóricos e cientistas aplicados; pesquisadores e técnicos, militares e civis (HARPER ET AL, 2007).

Mesmo que, na década de 1950, os mapas de previsão propostos ainda necessitassem de melhorias, como a inclusão de mais elementos relacionados às condições atmosféricas, as previsões numéricas são hoje vistas como a maior realização intelectual e avanço científico das ciências atmosféricas no século XX (HARPER ET AL, 2007). Esta conquista só foi possível graças aos avanços tecnológicos na área de Tecnologia da Informação, permitindo a construção de computadores com grande capacidade de processamento e alta velocidade de comunicação.

O surgimento da Internet, por sua vez, além de interligar diferentes instrumentos de medição aos próprios computadores, vem permitindo a divulgação de dados e resultados obtidos para qualquer computador interligado à rede. Mesmo que ainda exista uma assimetria em relação ao acesso a dados e informações disponibilizadas na Internet, seja por questões de infraestrutura (indisponíveis em regiões menos favorecidas) ou econômicas (em relação à possibilidade de custeá-la), esta nova realidade informacional proporcionou ampla divulgação de dados e produtos meteorológicos, numa escala jamais antes vista.

A Meteorologia possui vários campos de especialização. A Agrometeorologia ou Meteorologia Agrícola é o campo que investiga as respostas dos organismos vivos ao meio atmosférico. Seu principal objetivo é reduzir riscos relacionados às condições do tempo e clima de forma a incrementar a produtividade agrícola.

Configurando-se como uma ciência multidisciplinar por definição, a Agrometeorologia reúne uma série de conhecimentos necessários à análise e ao entendimento das relações entre o ambiente físico e as atividades agrícolas bem como à orientação das condições de manejo (MONTEIRO, 2009). Ou seja, envolve o estudo dos processos físicos da atmosfera que produzem as condições de tempo e de sua relação com a produção agropecuária, considerando plantas cultivadas, gado, aves, bem como insetos e microrganismos de importância econômica.

A Agrometeorologia possui um escopo bem definido: envolve a aplicação de competências meteorológicas relevantes para auxiliar os produtores agrícolas a fazer um uso eficiente dos recursos físicos disponíveis a fim de promover melhorias na produção – tanto em quantidade como qualidade – e também o uso sustentável da terra (MAVI ET TUPPER, 2004).

## 2. Metodologia

A pesquisa desenvolvida é de natureza qualitativa e busca captar atitudes, comportamentos e estratégias visando explicar como e por que ocorrem alguns fenômenos, como os relacionados à geração de inovações (FIGUEIREDO, 2006). O método utilizado foi o estudo de caso, conforme Yin (2010), e a unidade de análise selecionada foi a rede de atores mobilizada em torno do Sistema de Monitoramento Agrometeorológico – Agritempo (2010).

Para analisar esta experiência foram promovidas ações de pesquisa documental e coleta de dados por intermédio de entrevistas e aplicação de questionários.

A pesquisa envolveu as seguintes etapas: definição dos instrumentos de coleta de dados (roteiros de entrevistas e questionários), seleção das fontes de evidências (documentos, entrevistas presenciais, entrevistas por telefone, questionário, análise do artefato Agritempo); mapeamento preliminar da rede de atores; realização de entrevistas e envio de questionários; análise dos dados coletados com base no conceito de Rede Tecno-Econômica desenvolvido por Callon (1991; 1992) e da análise da morfologia da rede mobilizada. Foram conduzidas 15 entrevistas presenciais, 12 entrevistas por telefone e recebidos 3 questionários, totalizando 30 sujeitos consultados.

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1 Mapeamento da rede mobilizada pelo Sistema Agritempo

O **Agritempo** é um sistema de informações de base *web* que disponibiliza gratuitamente na Internet dados, informações e produtos agrometeorológicos visando atender a diferentes públicos (produtores, cooperativas e associações, institutos de pesquisa, empresas e organismos governamentais). Uma descrição detalhada das funcionalidades do sistema Agritempo pode ser encontrada em Baradel e Romani (2009).

O desenvolvimento e sua operacionalização do sistema foram possibilitados pela ação coordenada de vários atores heterogêneos como: instituições de pesquisa na área de agropecuária, meteorologia e informática, organismos governamentais, e usuários de diversas categorias como cooperativas e associações de produtores, empresas privadas, institutos de pesquisa, estudantes e produtores individuais.

A rede formada inicialmente para o projeto tinha baixa complexidade e envolveu três instituições: a Embrapa Informática Agropecuária - CNPTIA, a Universidade Estadual de Campinas – Unicamp por intermédio de seu Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura – Cepagri e da Faculdade de Engenharia Agrícola - Feagri, e o Instituto Agrônomo de Campinas – IAC por intermédio de seu Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas – CIIAgro.

O projeto visava atender a uma demanda premente do MAPA envolvendo a criação de uma base de dados climatológica para acompanhar as atividades de Zoneamento Agrícola, implementado em 1996<sup>2</sup>. Desta forma, o MAPA representou outra importante fonte de

---

<sup>2</sup> O Zoneamento Agrícola de Risco Climático é um instrumento de política agrícola e gestão de riscos na agricultura. O estudo é elaborado com o objetivo de minimizar os riscos relacionados aos fenômenos climáticos e permite a cada

recursos para apoiar as atividades relacionadas ao sistema Agritempo. Outros projetos de pesquisa financiados pela Embrapa também contribuíram com recursos para o desenvolvimento do sistema. O MDA também financiou atividades relacionadas ao Agritempo.

A Figura 1 apresenta a tela inicial do *website* do sistema Agritempo.



Figura 1: Tela inicial do Sistema de Monitoramento Agrometeorológico – Agritempo

Fonte: Agritempo (2010)

Dentre os públicos-alvo do sistemas temos: as Secretarias de Agricultura e Casas de Agricultura municipais, as cooperativas agrícolas, os agricultores, as instituições privadas do agronegócio, as instituições de pesquisa e ensino, e os meios de comunicação como jornais regionais e estaduais por intermédio do fornecimento de boletins específicos.

Em relação ao agricultor, este poderia fazer uso de informações agrometeorológicas a fim de apoiar sua tomada de decisão em diferentes fases do cultivo de diversas culturas. Os casos mais comuns referiam-se à programação de plantio ou de colheita e secagem de produtos, aplicação de defensivos agrícolas, adubos e hormônios, controle preventivo ou combate direto de geadas e instalação de equipamentos de irrigação.

---

município identificar a melhor época de plantio das culturas, nos diferentes tipos de solo e ciclos de cultivares (MAPA, 2010).

A fim de ampliar a base de dados meteorológicos do sistema, foi promovido um processo de expansão da rede de parceiros passando de uma rede de três organizações a um arranjo de mais de 40 organizações que disponibilizam os dados de suas estações de observação, recursos financeiros, competências e equipes de trabalho. Formou-se então uma complexa rede de observação e um intenso fluxo de dados aliado a um conjunto de interações promovidas entre os pesquisadores e técnicos das organizações envolvidas.

As instituições coordenadoras desta rede, responsáveis pelo efetivo desenvolvimento do sistema e pela construção e manutenção da sua base de dados são a Embrapa Informática Agropecuária – CNPTIA, e o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas aplicadas à Agricultura – Cepagri da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp.

A Embrapa Informática Agropecuária é uma Unidade Descentralizada de pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, localizada em Campinas, SP, que visa buscar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação em tecnologia de informação visando garantir a sustentabilidade da agricultura e beneficiar a sociedade brasileira.

O Cepagri (Unicamp) é um centro inter-disciplinar desta universidade, a fim de desenvolve pesquisas em agrometeorologia,, agroclimatologia, geotecnologias (com ênfase no sensoriamento remoto aplicado à agricultura) e ecofisiologia. É uma unidade de referência internacional e seus pesquisadores atuam em atividades de pesquisa e extensão, e também no ensino de graduação e pós-graduação através de cursos, palestras e orientações de estágios, dissertações e teses. Em termos operacionais, o Cepagri atende as necessidades da população fornecendo informações e dados meteorológicos para atender os setores de Turismo, Defesa Civil e Transportes, e também atendendo a instituições oficiais e à imprensa.

A Embrapa Informática Agropecuária construiu suas instalações no Campus da Unicamp (por intermédio de um contrato de comodato). O Cepagri, por sua vez, está instalado em uma ala do prédio da Embrapa Informática Agropecuária. Desta forma, existe uma próxima convivência entre os pesquisadores do Cepagri e os funcionários da Embrapa - seja em trabalhos conjuntos de pesquisa ou em eventos promovidos em espaços comuns.

Em termos científicos, os pesquisadores do Cepagri ministram disciplinas de pós-graduação na Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp e orientam dissertações, teses e pós-doutorados. Pesquisadores da Embrapa Informática Agropecuária também ministram disciplinas de pós-graduação; no entanto em alguns casos pesquisadores e técnicos da Embrapa são também alunos, desenvolvendo seus trabalhos de pós-graduação orientados por pesquisadores do Cepagri. Além disso, há um intercâmbio institucional relacionado à participação de membros do Cepagri e/ou da Unicamp em Comitês Externos da Embrapa e vice-versa.

Existe uma forte sinergia entre estas instituições evidenciada por grande confluênciaentre suas linha de pesquisa. Em relação ao sistema Agritempo, ambas as instituições tiveram papel ativo no seu desenvolvimento, participando do levantamento de requisitos, da prototipagem, do desenvolvimento da arquitetura do sistema, da geração de algoritmos e códigos, da criação da base de dados, e de sua publicação do sistema na Internet.

Assim, visando criar uma base de dados meteorológicos com cobertura nacional, estas instituições coordenaram o processo de expansão desta rede inter-organizacional. No processo de expansão, várias Unidades de Pesquisa da Embrapa (cerca de 10) ingressaram na rede aumentando a representatividade da Embrapa neste arranjo.

Ou seja, uma grande quantidade de organizações mobilizadas por esta rede possui uma cultura de trabalho comum envolvendo práticas de organização das equipes de pesquisa, sistemas de informação próprios, rede de comunicação e os mesmos objetivos estratégicos (discriminados no Plano Diretor da Embrapa). Desta forma, esta estrutura comum acabou por moldar as práticas desenvolvidas na rede, baseadas no SEG, contribuindo para seu alinhamento e sua convergência.

Várias entidades vinculadas ao Governo Federal também ingressaram na rede com variadas participações. As agências nacionais como a Agência Nacional de Águas – ANA e a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL fornecem dados meteorológicos de sua rede de observações. As instituições meteorológicas, como o Instituto Nacional de Meteorologia - INMET e o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC vinculado ao Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT, fornecem seus dados meteorológicos, dados de previsão do tempo e participam de ações de cooperação técnica relacionadas ao sistema Agritempo. A Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB desenvolveu um projeto de previsão de safras em parceria com organizações da rede.

O MAPA e o MDA, por sua vez, são importantes financiadores das atividades operacionais e demandantes de pesquisas desenvolvidas pela rede.

As parcerias com instituições estaduais de pesquisa agropecuária como o Instituto Agronômico de Campinas vinculado à Agência Paulista dos Agronegócios - APTA, o Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR e a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão rural de Santa Catarina - EPAGRI foram formadas na década de 1990. A Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG integrou a rede a partir de uma mediação da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas (MG), e fornece dados meteorológicos relativos ao estado de Minas Gerais. A parceria com a Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola - EBDA foi iniciada em 2005 e envolve o intercâmbio de dados relativos ao estado da Bahia, coletados em parceria com o Instituto de Gestão de Águas e Clima - INGA que elabora boletins agrometeorológicos com auxílio do Agritempo.

Algumas organizações parceiras são secretarias e organismos vinculados a governos estaduais (Paraná, Pernambuco, Rondônia, Sergipe), atuando como fornecedores de dados meteorológicos e parceiros em ações de pesquisa em agrometeorologia.

Várias universidades públicas integram a rede, a própria Unicamp, a UNESP e a USP., tanto autorizando a coleta de dados quanto atuando em pesquisas conjuntas. Outros atores são as empresas privadas. Algumas, como a Bayer, fornecem dados meteorológicos por intermédio de contatos efetuados por parceiros da rede. A SOMAR Meteorologia fornece não só dados meteorológicos mas também os dados de previsões, que são divulgadas no *website* do Agritempo.

O Servicio Nacional de Hidrologia e Meteorologia del Peru - SENAMHI é uma instituição estrangeira que firmou uma minuta de cooperação técnica com a equipe do Agritempo, a fim de implantar uma plataforma *web* de monitoramento climático no Peru.

### 3.2 Estratégias de Coordenação

O resultado da pesquisa evidencia a coexistência de várias modalidades de coordenação nesta rede heterogênea, conforme indicava Callon (1991), formando um híbrido de diferentes formas de coordenação. Neste cenário, duas organizações atuam na coordenação institucional da rede: a Embrapa Informática Agropecuária e o Cepagri/ Unicamp. Ambas possuem forte parceria e se alternam no papel de articulação, de coordenação e de acompanhamento das atividades promovidas em rede. Além disso, lideram conjuntamente várias iniciativas tecnológicas e científicas relacionadas à condução de projetos de pesquisa.

Os resultados das entrevistas e da pesquisa documental associada à rede indicam que, de maneira geral, esta RTE possui alto nível de alinhamento. Vários entrevistados apontaram possuir uma habilidade para mobilizar facilmente outros atores para resolver problemas técnicos e trocar informações, revelando um considerável grau de concordância das traduções efetuadas. Ou seja, apesar de existir uma dominância da Embrapa Informática Agropecuária e do Cepagri/ Unicamp na rede, existe uma relativa flexibilidade e liderança compartilhada tendo em vista que outros atores também interagem entre si a fim de solucionar questões técnicas específicas.

Uma importante fonte de coordenação está associada à figura do líder do projeto de pesquisa. Vários entrevistados comentaram a importância das competências e habilidades do líder em motivar e integrar sua equipe, destacando que a forma de atuação da liderança deve ser diferente dependendo do estágio em que o projeto ou a pesquisa se encontra. Uma ação nova e desafiante necessita de um líder visionário, empreendedor e integrador da nova equipe que se forma: um líder transformacional. As atividades de execução do projeto, por sua vez, mobilizam características transacionais, associadas à cobrança por resultados e à promoção do fluxo de informações entre as equipes, conforme indicam Oke et al (2009). Vários entrevistados destacaram que o sucesso nas atividades de liderança contribuem fortemente para o sucesso do projeto em si, tendo em vista a importância da atuação do líder no estabelecimento de um contexto favorável à geração de conhecimentos e inovações.

Ainda em relação ao contexto, verificou-se uma importante influência do ambiente institucional da Embrapa na convergência da rede uma vez que grande parte das organizações da rede (as unidades da Embrapa) possuíam cultura organizacional e práticas de trabalho comuns. Ou seja, a Embrapa atuou como financiadora e normalizadora da rede estudada. Em relação à estrutura da rede, ao mesmo tempo em que existe flexibilidade em interagir e comunicar-se com outros membros da equipe, existe um relacionamento hierárquico associado a questões gerenciais, à prestação de contas, às demonstrações de resultados – conforme as práticas estabelecidas pela Embrapa, por intermédio do SEG.

Outra forma de coordenação estabelecida foram os contratos formais de cooperação, celebrados entre a Embrapa Informática Agropecuária e o Cepagri/Unicamp e os outros parceiros da rede, definindo o teor das ações de cooperação técnica associados ao intercâmbio de dados e sua disponibilização gratuita na Internet. Outros contratos de cooperação técnica estabelecidos com o MAPA e o MDA envolviam intercâmbio de recursos financeiros associados à manutenção do sistema, sua evolução e o desenvolvimento de ações de pesquisa e de tecnologias (novos módulos do sistema).

Apesar de envolverem relativa burocracia na sua implementação, os contratos revelaram-se um instrumento importante para oferecer segurança ao processo. Em outros casos, nos quais

existiam muitos processos burocráticos impeditivos à celebração de contratos, o acordo verbal foi uma estratégia empregada para o intercâmbio de dados, totalmente operacional e sempre vinculada à existência de confiança entre as partes.

As relações de confiança estabelecidas entre os atores integrantes da rede contribuem positivamente para a sua coordenação. Os relacionamentos estabelecidos na década de 1990, durante a execução do projeto para desenvolvimento do Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos, geraram um ambiente de confiança e reciprocidade, com práticas próprias de trabalho, que tornou o fluxo de informações mais fácil e as interações mais efetivas.

A existência de colégios invisíveis entre os acadêmicos do setor de Agrometeorologia (CRANE, 1969) evidencia relacionamentos entre professor e aluno estabelecidos entre pesquisadores do projeto e bolsistas e estagiários que compuseram as equipes de pesquisa. Além disso, jovens pesquisadores atuando em áreas correlatas passaram a integrar a rede em função da demanda por suas competências.

Além disso, a morfologia da rede, caracterizada como completa e encadeada, contribui positivamente para a sua coordenação. As fortes interações entre os ambientes ciência, tecnologia e mercado contribuem para que a rede seja convergente.

As tecnologias de informação e comunicação, além de embasar o desenvolvimento do produto em si (o Agritempo e seus módulos), contribuem para a coordenação das atividades em rede. As equipes se utilizaram muito de telefone e *e-mail* para comunicação e da infra-estrutura Internet para intercambiar arquivos. Adicionalmente, procurou-se promover também interações pessoais por intermédio de reuniões e *workshops* presenciais (entre uma e duas vezes ao ano). Nestas ocasiões, profissionais mais e menos experientes tinham a oportunidade de apresentar e discutir seus resultados, levando ao intercâmbio de experiências e trocas de conhecimentos tácitos.

#### **4. Considerações finais**

O caráter colaborativo do processo inovativo leva à construção de arranjos organizacionais mais flexíveis, em geral chamados de redes, visam favorecer a interação entre atores heterogêneos que compartilham entre si informação, conhecimento, competências e recursos com o intuito de gerar inovações.

Este trabalho promoveu o estudo de um estudo de caso complexo relacionado à mobilização de uma rede de atores no âmbito da Agrometeorologia. A grande quantidade de dados analisados (relatórios de entrevistas, documentos, manual do sistema) permitiu uma análise mais aprofundada relacionada à dinâmica da rede e a contribuição dos diferentes atores envolvidos para a geração de inovações.

Apesar de todo o histórico de criação de redes de observação entre os séculos XVII e XIX, ao contexto brasileiro evidencia uma significativa dificuldade em coordenar os dados e sistemas meteorológicos existentes e dispersos em vários órgãos públicos (como o MAPA, o MCT e a Marinha) e em alguns organismos privados (Somar, Climatempo). Desta forma, o desenvolve significativa importância para o setor agrometeorológico brasileiro.

A análise da morfologia da Rede Tecno-Econômica mobilizada pelo sistema Agritempo evidencia um nível elevado de convergência, característica que confirma um alto grau de

alinhamento de iniciativas e interesses bem como alto grau de “entendimento mútuo” entre os participantes. Estas características favorecem o processo inovativo fazendo com que as interações entre os atores sejam efetivas e produtivas levando à criação de conhecimentos e inovações na forma de intermediários.

O mapeamento das formas de coordenação utilizadas no âmbito da rede aponta para uma estrutura flexível marcada por várias práticas: celebração de contratos, acordos informais, formação de colégios invisíveis e estratégias de gestão e de liderança. O papel da liderança foi fundamental para o sucesso das atividades desenvolvidas, tanto no que se refere ao aspecto institucional quanto individual.

Mesmo sabendo que o processo inovativo é dependente do setor de atuação, de questões estruturais e contextuais, espera-se que os resultados do estudo desta experiência possam oferecer elementos para a análise de outras redes inter-organizacionais formadas para geração de novas tecnologias e conhecimentos.

## 5. Referências Bibliográficas

**AGRITEMPO – Sistema de Monitoramento Agrometeorológico.** Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br/> Acesso em: 05 abr. 2010.

ARUJA, G. Collaboration Networks, Structural Holes and Innovation: A longitudinal study. **Administrative Science Quarterly**, 45, 2000. pp. 425-455.

ATKINSON, R. **The past and Future of America’s Economy – Long Waves of Innovation the Power Cycles of Growth.** USA: Edward Elgar Publishing, Inc., 2004. pp.92-140.

BARADEL, R.R. , ROMANI, L. A . S. **Agritempo: manual do usuário.** Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2007. (Documentos) 42p.

BARBOZA, C. H. da M. **Tempo Bom, Meteoros no fim do Período - Uma história da Meteorologia em meados do século XIX através das obras de Emmanuel Liais,** 2002. 296 p. Tese. (Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas - Departamento de História). Universidade de São Paulo. São Paulo.

CALLON, M. Réseaux techno-économiques et irréversibilité. In: BOYER, R., CHAVANCE, B. , GODARD, O . **Les Figures de L’Irreversibilité em Économie.** Paris: Éd. de l’ École des Hautes Études em Sciences Sociales, 1991. pp.195-230.

CALLON, M. “The dynamics of techno-economic networks” in Coombs, R., Saviotti, P. e Walsh, V. (1992). **Technological Change and Company Strategies: Economical and Sociological Perspectives.** London: Harcourt Brace Jovanovich Publishers, 1992.

CALLON, M. LAREDO, P. RABEHARISOA, V. The management and evaluation of technological programs and dynamics of tecno-economic networks: the case of the AFME. **Research Policy** 21, 1992. p. 215-236.

CASTELLS, M. **A Sociedade em Rede.** São Paulo: Paz e Terra, 1999. pp. 1-81

\_\_\_\_\_. **A Galáxia da Internet. Reflexões sobre a internet, os negócios e a sociedade.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2003. 243p.

CRANE, D. Social Structure in a Group of Scientists: a test of the “Invisible College” Hypothesis. In **American Sociological Review**, Vol. 34, No 3, Jun. 1969. pp. 335-352.

DEBRESSON, C. AMESSE, F. Networks of Innovators: a review and introduction to the issue. **Research Policy**. 20 1991. pp. 363-379.

**EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Disponível em: <http://www.embrapa.br/> Acesso em: 11 jan. 2011.

**EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA**. Disponível em: <http://www.cnptia.embrapa.br> Acesso em: 10.jan.2011.

FIGUEIREDO, P. N. Pesquisa empírica sobre aprendizagem tecnológica e inovação industrial: alguns aspectos práticos de desenho e implementação. In: VIEIRA, M. M. F. , ZOUAIN, D. M. **Pesquisa qualitativa em administração**. Rio de Janeiro: Editora Fgv, 2006. pp.201-223.

HARPER, K., UCCELLINI, L.W. KALNAY, E. CAREY, K. MORONE, L. 50Th Anniversary of Operational Numerical Weather Prediction. **Forum. American Meterological Society**. Maio 2007. p .639-650.

LUNDVALL, B.A. NIELSEN, P. Knowledge Management and Innovation Performance. **International Journal of Manpower**, vol. 28, No. 34, 2007. pp.207-223.

**MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/> Acesso em: 15.mar.2011.

MAVI, H.S., TUPPER, G. J. **Agrometeorology. Principles and Aplications of Climate Studies in Agriculture**. United States of America: The Haworth Press Inc., 2004. 364 p.

MONTEIRO, J. E. B. A . (org.) **Agrometeorologia dos Cultivos. O fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. 530 p .

NONAKA, I. TOYAMA, R. KONNO, N. SECI, Ba and Leadership: a Unified Model of Dynamic Knowledge Creation. **Long Range Planning** 33, 2000.pp. 5-34.

OECD – Organization for Economic Co-operation and Development. **The Knowledge-based Economy**. Paris: OECD, 1996. 46p.

PAVITT, K. **The process of innovation**. SEWPS: SPRU Electronic Working Paper Series Brighton: SPRU, 2003. 47p.

POR QUE a Embrapa é o nosso Google. **Época Negócios**, 3 fev 2011.

POWELL, W.W. KOPUT, K. W. SMITH-DOERR, L. Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotech. *Administrative Science Quarterly*, 41, 1996. pp.116-145.

SILVA, H. S. **Análise Sociotécnica da Meteorologia Brasileira: uma aplicação para o Vale do Itajaí (SC)**, 2003. 208p. Tese (Doutorado Interdisciplinar em Ciências Humanas) UFSC. Florianópolis.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2010. 248p.