

ISSN 0104-1347

## Diagnóstico da agrometeorologia operacional no Brasil

### Diagnostic of the operational agricultural meteorology in Brazil

Paulo Henrique Caramori<sup>1</sup>, Dalziza de Oliveira<sup>2</sup>, Orivaldo Brunini<sup>3</sup>, Homero Bergamaschi<sup>4</sup> e  
Hugo José Braga<sup>5</sup>

#### - ARTIGO ESPECIAL / SPECIAL PAPER -

**Resumo** – A capacitação das equipes e a modernização da agrometeorologia brasileira vêm causando impactos positivos para a agricultura nos últimos anos. Neste artigo foi realizado um diagnóstico sobre a agrometeorologia operacional no Brasil, como ferramenta para auxiliar a tomada de decisão no meio agrícola. Foram detectados oito centros estaduais, um centro federal e duas cooperativas agrícolas mantenedoras de redes meteorológicas que geram produtos para auxiliar a tomada de decisão na agricultura. Alguns exemplos apresentados de instituições bem sucedidas podem servir como modelo para outras regiões. Esforços pontuais de instituições federais e estaduais também foram detectados. Financiamento estadual e federal são as principais fontes para manutenção das equipes e redes de coleta de dados, sendo que os projetos, convênios e vendas de serviços são utilizados como formas de obter parte das receitas para se manterem operacionais. Ficou evidente a necessidade de investimentos em importantes áreas agrícolas do Brasil que hoje estão praticamente descobertas e a retomada de investimentos para reposição das equipes instaladas. Conclui-se que a agrometeorologia operacional teve grande avanço nos últimos anos, porém há ainda um grande potencial de desenvolvimento no Brasil para que se obtenha uma otimização das práticas agrícolas no país como um todo.

**Palavras-chave:** agrometeorologia operacional, monitoramento agroclimático, suporte à decisão, redes de estações.

**Abstract** – The capacity building efforts in Agricultural Meteorology during the last years have had positive impacts in the Brazilian agriculture. This study consisted of a survey on the status of operational agrometeorology in Brazil as a tool to the decision making process. The survey and an extensive search on the web indicated the existence of seven centers supported by State governments, one by the federal government and two cooperatives of farmers which are currently operating weather station networks and generating related products with application in agriculture. Some presented examples of well-succeeded institutions should serve as a starting point for regions where this kind of service is not currently available. Local efforts from federal and State agencies were also detected. The main funding sources to pay for the staff, networks and operating systems are State and federal governments, whereas projects, agreements and services are important complementary sources. There is a need for investments in important agricultural areas in Brazil which lack weather station networks and also the teams of Agricultural Meteorologists. It is also important to strength the teams in the centers currently operating. Conclusively, the operational branch of Agricultural Meteorology has largely developed in Brazil in the last years, but there is still much work to be done in order to optimize agricultural practices in the country as a whole.

**Key words:** operational agricultural meteorology, agricultural climatic monitoring, decision support, weather stations network.

<sup>1</sup>Pesquisador do IAPAR, PhD, bolsista do CNPq

<sup>2</sup>Pesquisador do IAPAR, PhD

<sup>3</sup>Pesquisador do IAC, PhD, bolsista do CNPq

<sup>4</sup>Professor da UFRS, Doutor, bolsista do CNPq

<sup>5</sup>Pesquisador da EPAGRI, Doutor

## Introdução

A agrometeorologia brasileira passou por um processo intenso de formação de pessoal e organização de equipes de ensino e pesquisa nos últimos anos, com resultados de grande impacto para as comunidades científica e rural. Paralelamente ao desenvolvimento de pessoal, os novos avanços tecnológicos na área de instrumentação que resultaram em sensores de rápida resposta, utilizados nas estações automáticas com transmissão de dados em tempo real, juntamente com novos computadores e *softwares* de processamento e banco de dados, permitiram ampliar a capacidade de aquisição e processamento das informações visando a geração de produtos para auxiliar a tomada de decisão na agricultura.

Na fase em que se encontra a agricultura brasileira, em que a exploração agrícola passa por um processo acelerado de profissionalização, é cada vez mais crescente a busca de informações relacionadas ao tempo, clima e produtos agrometeorológicos para auxiliar a tomada de decisão. Com a difusão do acesso à internet no meio agrícola, a demanda por produtos agrometeorológicos deverá crescer rapidamente, abrindo espaço para a geração desses produtos por parte de órgãos governamentais e privados. Com o intuito de caracterizar o status atual da agrometeorologia operacional no Brasil e relatar os resultados e experiências das instituições que vêm gerando produtos para a agricultura, a Sociedade Brasileira de Agrometeorologia organizou um grupo de trabalho que realizou o diagnóstico apresentado a seguir.

## Instituições que trabalham com agrometeorologia operacional no Brasil

Foram detectadas várias instituições de caráter público e privado que geram produtos para utilização operacional na agricultura. Os resultados do levantamento foram tabulados e serão discutidos a seguir. Dentre as instituições que responderam, algumas são ao mesmo tempo geradoras de dados e produtos e outras somente utilizam dados para gerar informações. Algumas instituições importantes que, por algum motivo, não responderam aos questionários foram incluídas com menor detalhe de informações, obtidas com base nas suas respectivas páginas de internet. Não foram incluídas neste levantamento as instituições que geram exclusivamente produtos para previsão de tempo e clima, pois este não é o objetivo deste trabalho.

## 1. Instituições públicas mantenedoras de redes de coleta de dados e geradoras de produtos agrometeorológicos

As seguintes instituições responderam os questionários confirmando que mantêm redes de coleta de dados e geram produtos agrometeorológicos: Instituto Agronômico de Campinas através do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas – CIIAGRO, Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) e Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina (EPAGRI), através do Centro Integrado de Informações de Recursos Ambientais – CIRAM, Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC) e Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO). Todas elas são ligadas a secretarias estaduais de governo. A seguir, será feita uma breve descrição do trabalho de cada uma dessas instituições.

### 1.1. IAC/CIIAGRO (SP)

**Vínculo:** Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo.

**Equipe:** 6 pesquisadores (4 engenheiros Agrônomo doutores, 1 engenheiro agrícola e 1 biólogo com mestrado).

**Fontes de Recursos:** A principal fonte é o governo estadual, seguida de convênios com diversas entidades e venda de serviços e informações.

O Centro mantém uma rede de 128 estações convencionais, sendo 8 de primeira classe, 20 de segunda classe e 100 termo-pluviométricas. Possui também uma rede de 40 estações automáticas (utiliza diversos sensores, com predominância de estações Campbell Scientific). As informações das estações automáticas são recebidas a cada hora, por meio de transmissão via modem. Os dados das estações convencionais são obtidos por telefone, duas vezes por semana, e mensalmente, por meio de remessa postal. Os dados são consistidos e armazenados em banco de dados Oracle, utilizando plataforma Windows.

Foi desenvolvido um sistema próprio de gerenciamento dos dados, com o qual se calcula o balanço hídrico segundo o método de THORNTHWAITE & MATTER (1955) e são fornecidas as condições de disponibilidade hídrica para as culturas, por estação meteorológica. As seguintes informações em forma de tabelas, textos e

diversos mapas temáticos são gerados e disponibilizados na internet no endereço [www.iac.br/ciiagro/](http://www.iac.br/ciiagro/):

- Balanço hídrico de São Paulo
- Boletim Agrometeorológico de São Paulo e outros locais do Brasil, contendo os seguintes mapas temáticos: água disponível no solo, condição para aplicação de defensivos, condição de colheita, condições de manejo do solo, dias com chuva no mês, estiagem, estiagem agrícola, evapotranspiração potencial, necessidades de irrigação, temperatura média, temperatura mínima absoluta, temperatura máxima média e temperatura mínima média.
- Zoneamento de risco climático de São Paulo
- Monitoramento hidrometeorológico
- Índice padronizado de precipitação (SPI) (MCKEE et al., 1993)
- Índice de seca de Palmer
- Mapas de temperaturas normais de São Paulo

### 1.2. IAPAR/SIMEPAR (PR)

**Vínculo:** Secretaria de Agricultura do Estado do Paraná.

**Equipe:** A equipe de agrometeorologia se concentra no IAPAR, contando com 4 pesquisadores (engenheiros agrônomos, doutores), 1 técnico em meteorologia e 6 funcionários de apoio.

**Principais fontes de recursos:** Governo estadual e projetos.

Mantém uma rede de 32 estações convencionais, sendo 17 de primeira classe e 15 de segunda classe (equipamentos R. Fuess) mantidas pelo IAPAR e 38 estações automáticas (ref. Comercial Sutron) mantidas pelo SIMEPAR. Os dados de temperatura, radiação solar, precipitação, umidade relativa e velocidade do vento das estações convencionais são enviados semanalmente via fax e, mensalmente, os dados completos são enviados por meio de remessa postal, sendo consistidos e armazenados em banco de dados com o gerenciador Dataflex. Os dados das estações automáticas são enviados ao SIMEPAR a cada hora, por meio de transmissão via satélite Goes, são consistidos e armazenados em banco de dados Oracle utilizando plataforma Unix (FARIA et al.).

Os dados que compõem o banco de dados históricos são utilizados em diversos trabalhos de climatologia do estado do Paraná, zoneamento de risco climático para as principais culturas agrícolas e modelagem agroclimática. O gerenciador SMA (Sistema de Monitoramento Agroclimático) (CARAMORI et al., 2002) foi desenvolvido para análise de dados diários das estações e geração de produtos que são disponibilizados na página do IAPAR ([www.pr.gov.br/iapar/sma](http://www.pr.gov.br/iapar/sma)). O SMA utiliza o método de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998) para gerar dados diários de evapotranspiração e o modelo de FARIA & MADRAMOOTOO (1996) para gerar balanços hídricos por cultura, considerando o tipo de solo e a data de semeadura. As informações podem ser visualizadas para cada estação, por meio de gráficos e tabelas, ou para o estado, por meio de mapas.

Durante o período de maio a setembro, anualmente é acionado o programa paranaense de Alerta para Geadas, direcionado para a cafeicultura e as hortaliças. Este sistema integra informações de previsão do tempo elaboradas pelos meteorologistas do SIMEPAR, métodos de proteção desenvolvidos pelos pesquisadores do IAPAR, treinamentos de produtores realizados pelo IAPAR, EMATER e cooperativas, e difusão das informações pela EMATER, cooperativas, rádio, televisão e jornais. Os produtores podem ainda obter as previsões diariamente discando um número telefônico gratuito contendo mensagem gravada, receber as mensagens em telefone celular cadastrado, ou acessar a página do IAPAR na internet ([www.pr.gov.br/iapar](http://www.pr.gov.br/iapar)). Após as geadas do ano 2000 estimou-se que o sistema evitou perdas de 16 milhões de reais somente na cafeicultura do Paraná. A página e o número telefônico são ativados no início de maio de cada ano e desativados em setembro, após passado o risco de geadas.

### 1.3. EPAGRI/CIRAM (SC)

**Vínculo:** Secretaria Estadual de Agricultura.

**Equipe:** 6 engenheiros agrônomos, 6 meteorologistas, 3 geógrafos, 1 físico, 5 técnicos em ciência da computação.

**Titulação:** 4 doutores, 7 MSc. e 10 BSc.

**Principais fontes de recursos:** Vendas de projetos, serviços e informações e governo estadual.

O Centro Integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos de Santa Catarina (CLIMERH), consti-

tuído por protocolo de intenções por 15 instituições, está inserido e administrado pelo Centro Integrado de Informações de Recursos Ambientais (CIRAM) da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. (EPAGRI). O CLIMERH administra uma rede de 30 estações meteorológicas convencionais, sendo que 8 enviam dados via Internet, após uma primeira consistência, diariamente às 9 e 15 horas diretamente ao Banco de Dados Oracle (Unix), e as demais enviam dados por fax nesses dois horários, para digitação imediata por equipe habilitada. Fazem também parte da rede 8 estações automáticas (ref. Comercial Campbell), com início das atividades a partir de 1995 e cujos dados são enviados de hora em hora, por meio de MODEM utilizando linha telefônica fixa, ao servidor de banco de dados. Todos os dados passam por um sistema de crítica e os problemas são informados por mensagem eletrônica a um grupo de profissionais preparados para tomada de decisão. Existem ainda no banco de dados históricos dados de 37 estações meteorológicas que já foram desativadas, mas auxiliam nos trabalhos de pesquisa e estudos climatológicos. Para trabalhos de pesquisa na área agrícola ainda existem 4 estações automáticas (ref. Comercial Campbell) instaladas para condução de experimentos em tomate, pepino e banana, que enviam dados de molhamento foliar e radiação solar de 5 em 5 minutos e pressão atmosférica de 30 em 30 minutos.

As estações hidrológicas são em número de 59 convencionais, 34 das quais no estado de Santa Catarina e as demais no Rio Grande do Sul. Os dados são recebidos diariamente por telefone e alguns enviam em planilhas semanais para posteriormente serem inseridos no banco de dados. Além dessas, o CLIMERH opera 36 estações hidrológicas automáticas (ref. Comercial Campbell e Vaisala), sendo 29 instaladas em Santa Catarina. A maioria dessas estações automáticas hidrológicas enviam os dados por satélite (Orbcomm) e são recebidos por correio eletrônico sendo automaticamente extraídos pelo servidor e inseridos no banco de dados Oracle.

Todos os dados advindos das estações meteorológicas e hidrológicas são utilizados pela equipe de meteorologia que prepara a previsão de tempo e clima, divulgando diariamente para canais de rádio e TV, além da imprensa escrita. São disponibilizadas informações diárias de balanço hídrico, horas de frio, ventos fortes e alertas na página de internet do Centro para o público em geral, bem como para clientes especiais que recebem informações de acordo com

suas necessidades específicas. Pode-se citar alguns clientes especiais como companhias geradoras e distribuidora de energia, companhia de água, defesa civil, Iate Clube, empresas de atividade pesqueira e pescadores artesanais, entre outros.

Especificamente para a área agrícola são disponibilizadas informações diárias para os produtores de banana e de maçã, e está em desenvolvimento uma página de internet para os produtores de arroz e criadores de aves. As principais informações oferecidas são alertas sobre condições de tempo que possam prejudicar a produção ou de possibilidade de incidência de doenças, e em alguns casos é indicada uma ação preventiva ou corretiva, como o ensacamento de frutos, estaqueamento de plantas, aplicação de defensivos ou melhor época de fertilização.

Um outro produto de grande relevância na área de agrometeorologia é o Zoneamento Agrícola, que utilizando-se dos dados disponíveis, indica as melhores épocas e regiões para cultivo para 22 duas culturas de maior expressão econômica para o Estado de Santa Catarina, das quais 6 desses têm apoio do PROAGRO/MAPA. Recentemente, foi produzido o Atlas Climatológico de Santa Catarina, contendo mais de 500 mapas com dados médios decendiais, mensais e anual, a partir de séries históricas de Estações Meteorológicas, contendo probabilidades de precipitação, balanço hídrico, geadas, temperaturas máximas, mínimas, médias, umidade relativa, insolação, entre outras. Diversos aplicativos computacionais foram desenvolvidos para a manipulação de dados agrometeorológicos: SISAGRO II – Sistema de Agrometeorologia para Microcomputador, ZON\_EXPERT – Sistema especialista para Zoneamento Agrícola, entre outros. Informações adicionais podem ser obtidas nos seguintes sites: ([www.epagri.rct-sc.br](http://www.epagri.rct-sc.br) e [www.climerh.rct-sc.br](http://www.climerh.rct-sc.br)).

#### 1.4. CIDASC (SC)

**Vínculo:** Secretaria Estadual de Agricultura.

**Equipe:** 6 engenheiros agrônomos. Titulação: 1 MSc e 5 BSc.

**Principais fontes de recursos:** Governo estadual, governo federal e vendas de serviços e informações.

Mantém uma rede de 8 estações automáticas no estado de Santa Catarina (ref. Comercial Davis), com coleta de dados horários diretamente em

notebook. O software utilizado é o do próprio fabricante. Os dados são utilizados para monitorar doenças de maçã e pêra, entre outras espécies frutíferas de clima temperado, bem como expedir alertas de controle preventivos. Desenvolveu-se diversos aplicativos agrometeorológicos para o monitoramento da ocorrência de pragas e doenças, cujos produtos são divulgados diariamente pela mídia (TV, Rádios, fax, email, telefone). Este sistema de alerta é pioneiro no Brasil, operando desde 1981.

Os produtos gerados visam, portanto, o controle fitossanitário dos pomares, com ênfase nas seguintes doenças e pragas: sarna da macieira, mancha de glomerella, podridão amarga, além de controle de populações de cochonilha e outros insetos danosos para a fruticultura temperada.

#### 1.5. FEPAGRO (RS) – Laboratório de Agrometeorologia

**Vínculo:** Secretaria Estadual da Ciência e Tecnologia

**Equipe:** 6 engenheiros agrônomos. Titulação: 3 doutores, 1 MSc, 2 BSc.

**Principais fontes de recursos:** governo estadual, venda de projetos e governo federal.

Possui uma rede de 20 estações convencionais de primeira classe distribuídas nas diversas regiões climáticas do estado do Rio Grande do Sul. Os dados são enviados semanalmente via telefone, fax ou email e mensalmente, por remessa postal. Após serem consistidos, são armazenados no gerenciador Access. Mensalmente é elaborado um boletim com informações climáticas aos usuários cadastrados ([www.fepagro.rs.gov.br](http://www.fepagro.rs.gov.br)).

Os dados meteorológicos são utilizados em trabalhos de agroclimatologia, zoneamento de risco climático para as culturas de soja, milho, feijão e fruteiras, dentre outras e modelagem e previsão de safras. O Laboratório de Agrometeorologia participa, ainda, do Fórum Permanente de Monitoramento de Tempo e Clima para a agricultura no estado do Rio Grande do Sul, que se reúne periodicamente para elaborar recomendações técnicas para a agricultura do estado.

#### 1.6. FUNCEME (CE)

**Vínculo:** Secretaria Estadual de Recursos Hídricos do Ceará.

**Equipe:** 8 engenheiros agrônomos, 7 meteorologistas, 4 geógrafos, 3 físicos, 4 engenheiros. Titulação: 1 doutor, 17 MSc e 8 BSc.

**Principais fontes de recursos:** Governo estadual, BIRD, Governo Federal.

Possui uma rede de 8 estações automáticas (Engespaço / Campbell) com transmissão via modem e satélite, além de 536 postos pluviométricos distribuídos no estado do Ceará. Os dados são consistidos e armazenados em Access. Utiliza-se também ambiente Unix para produtos de previsão de tempo e clima.

A atuação da FUNCEME se dá em áreas que têm relação com a divulgação de produtos de meteorologia e meio ambiente que são utilizados operacionalmente para subsidiar os órgãos do Estado (EMATER-Ceará, Secretaria de Agricultura do Estado e Defesa Civil), em ações que auxiliam a agricultura de subsistência no Estado. Atualmente a FUNCEME está intensificando ações visando implementar projetos “pilotos” em pólos de agricultura irrigada no Estado. Não há na FUNCEME nenhum técnico que atue especificamente em Agrometeorologia. As atividades exercidas pelos técnicos listados, referem-se a monitoramento, previsão de tempo e clima, solos e hidrologia com diferentes enfoques, incluindo a agricultura ([www.funceme.br](http://www.funceme.br)).

#### 1.7. INMET \*

**Vínculo:** Governo Federal

Possui mais de 400 estações meteorológicas de superfície distribuídas pelo Brasil, organizadas em 10 distritos regionais. Os dados são remetidos para Brasília, onde são digitalizados e armazenados em banco de dados próprio.

O INMET gera os seguintes produtos e serviços ([www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)): previsão do tempo diária para regiões, capitais e algumas das principais cidades do Brasil; avisos especiais sobre condições excepcionais do tempo; boletim agroclimatológico mensal e decenal, mediante assinatura do usuário, contendo mapas temáticos de precipitação, temperatura média, temperatura máxima, temperatura mínima, desvio da temperatura, evapotranspiração, déficit e excesso hídrico e desvio da precipitação; prognóstico climático trimestral; balanço hídrico.

### 1.8. SIMEGO\*(GO)

**Vínculo:** Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia

Opera uma rede de estações automáticas no estado de Goiás, com transmissão de dados via satélite. O SIMEGO disponibiliza os dados em planilhas Excel e os utiliza para gerar balanços hídricos pelo método de THORNTHWAITE & MATTER (1955). Os resultados são espacializados e apresentados na página da instituição na internet ([www.simego.sectec.go.gov.br](http://www.simego.sectec.go.gov.br)).

1.9. SIMERJ (RJ) – O sistema encontra-se em fase de montagem, com previsão de instalação de 59 estações telemétricas na primeira fase (SIMERJ, 2002).

## 2. Instituições que mantêm estações isoladas gerando produtos agrometeorológicos

Diversos Centros de pesquisa da Embrapa, Universidades Federais e estaduais também mantêm estações convencionais e/ou automáticas que não fazem parte de redes de coleta de dados. As seguintes instituições responderam aos questionários:

- EMBRAPA Amazônia Oriental – PA: 3 estações convencionais e 2 automáticas (Engespaço / Campbell). Como atividade de rotina, são gerados informativos meteorológicos mensais, anuários climatológicos e boletins agrometeorológicos anuais. Mediante solicitação dos usuários, são fornecidas orientações quanto às épocas mais apropriadas para execução dos tratamentos culturais e diagnósticos agroclimáticos. Os dados climáticos são utilizados para estudos de zoneamento agroclimático.
- EMBRAPA Agropecuária Oeste – MS: 1 estação convencional e 1 automática (Campbell). Os dados são utilizados em estudos de estimativa de risco climático para as principais culturas e previsão de safras.
- EMBRAPA Clima Temperado - RS: 3 estações convencionais, sendo uma em convênio com a Universidade Federal de Pelotas e três estações automáticas (Campbell) para monitoramento climático em 3 polos de fruticultura no Rio Grande do Sul.
- EMBRAPA Trigo – RS: 2 estações nas unidades de Passo Fundo e Coxilha. Gera boletins meteorológicos mensais dessas estações e da rede da FEPAGRO. ([www.cnpt.embrapa.br/agromet.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/agromet.htm)).
- Universidade Federal de Campina Grande – PB: 1 estação convencional e 1 automática (Campbell) ([www.dca.ufpb.br](http://www.dca.ufpb.br)).
- Universidade Federal de Mato Grosso – MT: 1 estação convencional.
- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – SP (ESALQ): 1 convencional e 1 automática (Campbell). Os dados são utilizados para análise do balanço hídrico semanal (<http://ce.esalq.usp.br/dce/base.htm>).
- CEPAGRI / UNICAMP – SP: 2 convencionais e 1 automática (Engespaço / Campbell). Os dados são utilizados para monitorar as condições meteorológicas na região de Campinas – SP. Disponibiliza os mapas temáticos gerados pelo CIAGRO e informações sobre o zoneamento de risco climático em diversos locais do Brasil ([www.cpa.unicamp.br/agric.html](http://www.cpa.unicamp.br/agric.html)).
- Faculdade de Agronomia/UFRGS – RS: 1 convencional (desativada) e 2 automáticas, na Estação Experimental Agronômica. O Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia disponibiliza, mensalmente, o Boletim Agrometeorológico da EEA/UFRGS, a partir de dados de uma estação automática Campbell. O Boletim é calculado em planilha Excel/Windows e serve de suporte às pesquisas executadas naquela base física ([www.ufrgs.br/agro/pfagrom](http://www.ufrgs.br/agro/pfagrom)).
- Universidade Federal de Santa Maria – RS: 1 estação convencional de primeira classe e uma automática Vaisala, em convênio com o INMET; 2 estações automáticas móveis ELE, utilizadas em micrometeorologia de cultivos, gerando informações básicas para sistemas de alertas agrometeorológicos e fitossanitários. O Sistema local de difusão se encontra em fase de estruturação.

## 3. Instituições privadas geradoras de dados e produtos agrometeorológicos

3.1. Fundação ABC (Castro, PR) – Opera uma rede de 4 estações automáticas (ref. Comercial ELE), sen-

do 1 com transmissão via satélite (Orbcomm), duas via linha telefônica convencional e outra via telefonia celular. Os dados são transmitidos com frequência horária e armazenados em Access. São utilizados para executar um sistema de monitoramento agroclimático para os Campos Gerais do Paraná, cujos resultados são disponibilizados na página da FABC na internet ([www.fundacaoabc.org.br](http://www.fundacaoabc.org.br)). Semanalmente, é elaborado um comentário técnico e são apresentados mapas da região dos Campos Gerais do Paraná contendo a variação espacial de temperaturas média, máxima e mínima, número de dias sem chuva, evapotranspiração potencial segundo Penman-Monteith, água disponível no solo e deficiência hídrica.

3.2. *Cooperativa Agrícola de Guaxupé (COOXUPÉ, Guaxupé, MG)*. Opera uma rede de 5 estações automáticas (ref. Comercial Davis). Os dados são centralizados na cooperativa e utilizados para gerar boletins, laudos e balanço hídrico para as lavouras de café dos cooperados. Os dados são disponibilizados na internet através da página: [www.cooxupe.com.br/meteorologia](http://www.cooxupe.com.br/meteorologia). Diariamente são fornecidas informações sobre condições térmicas para o crescimento do café, porcentagem de horas com velocidade do vento favoráveis à aplicação de defensivos e irrigação por aspersão, e porcentagem de horas com temperaturas propícias ao desenvolvimento de doenças fúngicas no café. São fornecidos também dados dos últimos 5 dias e dados mensais e anuais das estações.

#### 4. Instituições públicas e privadas geradoras de produtos agrometeorológicos

4.1. *CEPAGRI / UNICAMP – O CEPAGRI* reproduz os mapas temáticos do CIIAGRO para o estado de São Paulo e disponibiliza previsões e informações sobre o zoneamento agrícola em diversos estados do Brasil. Os produtos podem ser acessados na página <http://orion.cpa.unicamp.br/portal/index.php>.

4.2. *Rede Nacional de Agrometeorologia* – A rede é gerenciada pelo Ministério da Agricultura e tem o propósito de ser um catalisador de informações agrometeorológicas, envolvendo o zoneamento de risco climático das principais culturas e o monitoramento agroclimático realizado em diferentes estados. Nos estados em que existe um sistema organizado simplesmente é feito um “link” com a página da instituição responsável, mas quando não existe informação o processamento é feito pela pró-

pria rede. As informações podem ser acessadas na página <http://masrv54.agricultura.gov.br/rna/>.

4.3. *CLIMATEMPO* - Divulga previsões meteorológicas para todo o Brasil e diagnósticos para as principais culturas em diferentes regiões, no endereço: [www.climatempo.com.br/agroclima](http://www.climatempo.com.br/agroclima).

#### Diagnóstico da situação atual

Para a maioria das instituições oficiais, os recursos financiadores das atividades em agrometeorologia são provenientes dos governos estaduais, o que evidencia a importância do empenho dos governos na qualidade dos dados e informação gerada. Em segundo plano, vêm os recursos provenientes do governo federal, venda de projetos e informação, e prestação de serviços.

As equipes técnicas em geral são bem qualificadas, com aproximadamente 1/3 de doutores, 1/3 de mestres e 1/3 de bacharéis. Contudo, em algumas instituições observa-se número de profissionais aquém do necessário, dada a importância econômica da agricultura naqueles estados e o grande número de bolsistas envolvidos nas atividades de apoio à pesquisa. Isto se deve principalmente ao baixo investimento dos governos estaduais em recursos humanos nos últimos anos, resultando em acentuada redução no quadro de pessoal e baixos salários, o que pode comprometer a viabilidade de alguns dos institutos e sistemas estaduais de meteorologia.

No total, dos questionários respondidos foi levantada a existência de aproximadamente 750 estações convencionais (excluindo-se as do INEMET) e 190 estações automáticas, provenientes de vários fabricantes como Campbell, Davis, Vaisala, Sutron, Ele, Met One, Kipp-Zonen e outras. Redes de outras instituições que não estão diretamente ligadas à geração de produtos agrometeorológicos como a CEMIG (Centrais Elétricas de Minas Gerais), o SIVAM (Sistema de Vigilância da Amazônia) e a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) não foram computadas.

A plataforma Windows com o gerenciador de banco de dados Access é a principal opção para as redes de pequeno porte. Instituições que manipulam elevado volume de dados optam preferencialmente pela plataforma Unix com banco de dados Oracle, fazendo interface com ambiente Windows e Linux.

Constatou-se que as instituições fizeram opções diferentes quanto à altura de instalação do anemômetro e das profundidades dos sensores para temperatura de solo, e mesmo quanto à escolha dos sensores instalados em cada estação, o que leva a cogitar sobre a conveniência de se iniciar discussões sobre uma padronização mínima para essas estações. Outra necessidade é a definição de padrões e laboratórios de referência para aferição e calibração de sensores no Brasil, tendo em vista a degradação dos sensores utilizados nas estações automáticas. A coleta automática dos dados se dá principalmente em intervalos horários, com alguns sistemas optando pela transmissão a cada 10, 15 ou 20 minutos, a cada 24 horas, ou pela utilização de sistemas semi-automáticos.

Observou-se também que, embora a maioria das instituições tenham algum tipo de validação e crítica dos dados meteorológicos gerados, apenas duas delas fazem a classificação dos dados conforme a sua qualidade. A questão da qualidade e confiabilidade dos dados é outro ponto para maiores discussões e trabalho conjunto dessas equipes nos próximos anos.

Algumas instituições desenvolveram sistemas próprios de monitoramento agroclimático, como o IAC/CIAGRO, o IAPAR e a Fundação ABC. Esta última instituição faz interface de seu sistema com o software de geoprocessamento ARCVIEW, gerando mapas georreferenciados que possibilitam monitorar a propriedade agrícola.

A geração de produtos agrometeorológicos para suporte à tomada de decisão se dá em intervalo diário ou semanal em vários casos, com ampla disponibilização dos produtos via internet, e-mail, fax, telefone, rádio, redes de televisão e jornais. Mesmo recursos como CD-Rom e telefone celular já estão sendo utilizados por algumas instituições.

Um exemplo interessante na coleta de dados oriundos de equipamento convencional vem do estado do Ceará, onde a FUNCEME conta com a colaboração de aproximadamente 600 observadores voluntários no fornecimento de informação pluviométrica. A agregação de colaboradores voluntários como fazendeiros, prefeituras e cooperativas, bem como uma maior integração entre os diferentes órgãos que geram e organizam informação meteorológica, podem se tornar interessantes opções para expansão das redes meteorológicas em escala local e regional, com baixo investimento dos órgãos públicos.

## Conclusões e recomendações

O levantamento realizado permitiu caracterizar a situação atual da agrometeorologia operacional no Brasil, evidenciando o avanço ocorrido em alguns estados, com destaque para os três estados do Sul, além de São Paulo, Goiás e Ceará. Mesmo nesses estados, ainda há necessidade de ampliar e melhorar os sistemas existentes. O Rio de Janeiro e o Rio Grande do Sul têm planos de automatização das suas redes. Nos demais estados constata-se somente alguns esforços isolados, havendo necessidade de investimentos na montagem de redes de estações automáticas e formação de equipes para geração de produtos adequados para a agricultura. Estados como Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia e Espírito Santo, que contribuem com uma parcela expressiva da produção agrícola brasileira, devem ter um tratamento prioritário. É necessário também contar com uma política de manutenção das equipes de pesquisa e suporte, para evitar que as instituições sejam forçadas a desativar estações e perder séries históricas valiosas, como vem ocorrendo em alguns locais.

Existe uma tendência crescente das cooperativas agrícolas realizarem investimentos em coleta de dados meteorológicos nas suas respectivas áreas de atuação, visando auxiliar a tomada de decisão dentro do enfoque de agricultura de precisão.

Fica evidente que os exemplos estaduais e regionais de agrometeorologia operacional são os mais bem sucedidos, devido ao melhor conhecimento da realidade da agricultura e melhor inserção no meio agrícola.

O desenvolvimento de sistemas interativos, nos quais o usuário pode acessar uma determinada estação ou submeter seus próprios dados para serem analisados pelo sistema e receber de volta a informação desejada, poderá trazer grandes avanços no monitoramento regionalizado e da propriedade agrícola dentro do enfoque da agricultura de precisão.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a todos os colegas e Instituições que colaboraram com este trabalho, por meio do envio de informações e sugestões para sua elaboração.

**Referências bibliográficas**

ALLEN, R.G. et al. **Crop evapotranspiration**. FAO: Roma, 1998. 301 p. (Irrigation Paper 56).

CARAMORI, P.H.; FARIA, R.T. Sistema de monitoramento climático para a agricultura. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24, 2002, Florianópolis. **Resumos...** Sete Lagoas: ABMS, 1997. Disponível em CR-ROM.

FARIA, R. T.; MADRAMOOTOO, C.A. Simulation of soil moisture profiles for wheat in Brazil. **Agricultural Water Management**, v. 31, n. 1-2, p. 35-49, 1996.

FARIA, R.T. et al. **CLIMA – Programa Computacional para Organização e Análise de**

**Dados Meteorológicos**. Londrina: IAPAR, 2002. 29 p. (Boletim Técnico n. 66).

McKEE, T.B., DOESKEN, N. J., KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY, 8., 1993, Anaheim, California. **Resumos...**, Boston: American Meteorological Society, 1993. p. 179-184.

SIMERJ. SISTEMA DE METEOROLOGIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Disponível em: <[www.simerj.rj.gov.br](http://www.simerj.rj.gov.br)>. Acesso em: nov. 2002.

THORNTHWAITE, C.W., MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, N. J.: Publ. in Climatology, v. 8, n. 1, 1955. 104 p.